ANNALES
DE MICROGRAPHIE

TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES

ANNALES
DE MICROGRAPHIE

SPÉCIALEMENT CONSACRÉES

A LA BACTÉRIOLOGIE

AUX PROTOPHYTES ET AUX PROTOZOAIRES



RÉDACTEUR PRINCIPAL

P. MIQUEL, Docteur en médecine, Docteur ès-Sciences
Chef du Service micrographique à l'Observatoire municipal de Montsouris

SECRÉTAIRES DE LA RÉDACTION

FABRE-DOMERGUE, Docteur ès-Sciences, Directeur adjoint du laboratoire de Zoologie maritime de Concarneau.
Ed. DE FREUDENREICH, Chef du Service bactériologique de la Station agricole de la Rütti (Berne).

TOME QUATRIÈME

1891-1892

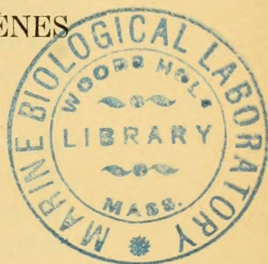
PARIS

GEORGES CARRÉ, ÉDITEUR

58, RUE SAINT-ANDRÉ-DES-ARTS

ANNALES
DE MICROGRAPHIE

SUR LE POUVOIR PATHOGÈNE DES PRODUITS DES STAPHYLOCOQUES PYOGÈNES
RECHERCHES EXPÉRIMENTALES



PAR

Le docteur ANGELO NANNOTTI (1)

Les nombreuses recherches qui ont eu pour objet l'étude des produits des bactéries pathogènes ont de préférence été dirigées de manière à étudier le degré de l'action pathogène et vaccinante de ces produits.

Les résultats obtenus jusqu'ici ont surtout mis en évidence l'importance de cette étude et nous engagent à poursuivre ces recherches avec la certitude d'apporter un contingent toujours plus grand de faits et de notions, qui pourront pleinement éclairer le mode d'action de ces produits sur l'organisme animal et spécialement sur l'organisme humain.

Parmi les microorganismes dont les produits biologiques ont été étudiés jusqu'à ce jour, se trouve le staphylocoque pyogène doré. Les recherches dont il a été l'objet n'ont encore servi qu'à démontrer que ses produits ont la propriété de produire la suppuration et d'exercer une action délétère sur le microorganisme lui-même. On affirme aussi que ces mêmes produits sont doués d'un pouvoir vaccinant à l'égard des infections provoquées par le staphylocoque pyogène doré et, lors du dernier Congrès de Chirurgie allemand, M. Reichel (2) cita à l'appui de cette

---

(1) Travail fait à l'Institut de Clinique propédeutique et de Pathologie chirurgicale de l'Université de Pise.

(2) REICHEL, Ueber Immunität gegen das Virus der Eitercoccen.

possibilité les résultats qu'il avait obtenus dans des recherches expérimentales sur des chiens. Je reviendrai plus loin sur cette propriété des produits de culture admise sans conteste par M. Reichel.

Le but de mes recherches expérimentales a été d'étudier l'importance de l'absorption des produits de la suppuration par rapport aux troubles et aux altérations générales qui s'observent chez les individus affectés de suppurations chroniques. Sans vouloir faire ici un tableau minutieux des phénomènes qui se produisent chez ceux-ci, je rappellerai seulement comment, en outre de la fièvre qui accompagne constamment ces suppurations chroniques, on observe comme dernier effet la cachexie et, plus tard, la mort du malade.

Pour expliquer ces phénomènes morbides, on a, en outre du défaut de nutrition et de la soustraction de substances nutritives par le fait de la suppuration, admis l'influence de l'absorption des matières putrides produites par le processus suppuratif, bien qu'aucune démonstration scientifique n'en ait encore été faite (1).

En vue de rechercher quelle valeur peut être attribuée à ce dernier facteur, je me suis proposé d'étudier expérimentalement comment se comportent les animaux à l'égard des intoxications lentes provoquées par l'inoculation des produits des microorganismes pyogènes.

Parmi les divers microbes pyogènes que l'on rencontre le plus souvent comme agents de la suppuration, je ne me suis occupé que du staphylocoque pyogène doré et du staphylocoque pyogène blanc, isolés du pus d'un abcès à marche aiguë. Après m'être assuré de leur virulence, j'ensemençai chacun d'eux dans 1 litre de bouillon, qui fut maintenu pendant 6 jours à l'étuve à 24 degrés. Les cultures étant alors assez développées, j'en réduisis, après constatation de leur virulence, le volume à 1/4 par l'évaporation à 60 degrés. Le liquide, ainsi concentré, fut filtré et réparti dans des tubes à essai stérilisés, et stérilisé par des stérilisations successives en chauffant les tubes pendant 1 heure à 65 degrés 5 jours de suite. De cette façon, je me procu-

(1) Duplay et Reclus, *Traité de chirurgie*. 1890.

rai les liquides destinés à l'inoculation; j'ajoute que jamais je n'employai ceux-ci, sans m'être d'abord assuré de leur stérilité. L'observation scrupuleuse de cette règle, jointe à la désinfection soigneuse de la place où se pratiquaient les inoculations, devait ne me faire rencontrer qu'exceptionnellement ces deux bactéries au lieu de l'inoculation ou dans l'organisme des animaux.

Dans ces recherches, je me suis servi comme animaux d'expériences, de lapins. Pour connaître le degré de leur résistance à ces produits, je pratiquai des inoculations dans la cavité péritonéale et dans le sang, en commençant par 2 centimètres cubes. Je constatai qu'on peut injecter dans la cavité péritonéale jusqu'à 10 centimètres cubes, pendant 3 à 4 jours de suite sans amener la mort de l'animal. Dans le sang, j'en inoculai aussi 10 centimètres cubes, dans les 24 heures, pendant 3 à 4 jours, sans produire de graves lésions chez l'animal. Les résultats préliminaires m'autorisaient à admettre que, pour produire chez les lapins une intoxication aiguë avec les produits de culture des microbes pyogènes, il faut recourir à des doses très élevées.

Je commençai alors les inoculations de petites doses répétées journellement ou tous les 2 jours dans le tissu cellulaire sous-cutané, dans le sang et dans la cavité péritonéale. Les animaux inoculés étaient toujours soigneusement surveillés pour pouvoir tenir exactement compte de tous les changements, tant locaux que généraux, qui évolueraient au fur et à mesure. Ayant pu me convaincre, par quelques expériences, qu'il était inutile de suivre la température, j'ai noté surtout le poids des animaux qui étaient pesés toutes les 48 heures, en prenant la précaution de les tenir à un régime constamment abondant.

Dans une première série d'expériences, je pratiquai des inoculations dans le tissu cellulaire sous-cutané de 2 ou 3 centimètres cubes des produits du staphylocoque pyogène blanc, et sur 10 autres lapins des inoculations de la même quantité des produits du staphylocoque pyogène doré. Les inoculations furent poursuivies pendant une période de 15 jours. Dans la série des animaux inoculés avec les produits du staphylocoque pyogène blanc, 2 seulement

survécurent et 1 mourut de septicémie. Dans la série inoculée avec les produits du staphylocoque pyogène doré, tous les animaux succombèrent. La mort des animaux survint en 15-40 jours. Les lapins réagirent de la manière suivante à l'égard des inoculations :

Au point d'inoculation, on pouvait constater, déjà après quelques heures, une rougeur quelquefois très accentuée et étendue, d'aspect érysipélateux, accompagnée d'une turgescence plus ou moins marquée. La rougeur persistait pendant 3 à 4 jours et disparaissait en laissant cependant une turgescence circonscrite, tantôt molle et fluctuante, tantôt de consistance pâteuse. Avec le temps la tuméfaction commençait à diminuer de volume et, au bout d'un temps assez long, il ne restait plus qu'un petit noyau à peine sensible de consistance variée. En aspirant à des moments divers avec l'aiguille stérilisée, je pouvais, par l'examen histologique, suivre le processus inflammatoire et constater que, pendant les premières 24 heures, la tuméfaction était produite par un exsudat séreux, contenant de nombreux corpuscules rouges. Après ce temps, on pouvait déjà rencontrer dans ce liquide un nombre modéré de corpuscules blancs qui augmentaient peu à peu, de telle façon qu'en 4 à 5 jours, il existait à cet endroit un véritable abcès, abcès qui, comme l'a constaté M. Kronacher (1), n'a jamais d'action destructive sur les parties environnantes. Déjà, au bout de 12 à 15 jours, quelquefois aussi beaucoup plus tard, on pouvait noter dans le pus un processus de dégénérescence, caractérisé par la présence d'un détritus granuleux, graisseux et de gros corpuscules blancs, remplis de gouttelettes de graisse. Ce processus dégénératif allait en augmentant constamment, de manière à ce qu'à l'autopsie des animaux morts les derniers, on ne trouvait au point d'inoculation qu'un détritus granuleux de substance adipeuse.

En ce qui concerne les désordres généraux causés par les injections sous-cutanées des produits de culture, les animaux accusaient, les premiers jours, un léger malaise, avec

---

(1) A. Kronacher, Die Aetiologie und das Wesen der akuten eitrigen Entzündung. *Centralblatt für Chirurgie*, n° 21, 1891.

diminution de leur vivacité habituelle et manque d'appétit. Quelques heures après l'injection, la fréquence du pouls et le nombre des inspirations augmentaient un peu ; mais ceci n'était le cas que pour les 4 ou 5 premières inoculations ; après celles-ci, l'animal semblait rester indifférent. A ce moment les animaux commençaient à maigrir ; quelques-uns étaient de temps à autre atteints de diarrhée et, bien que l'alimentation restât à peu près constante, la diminution de poids augmentait graduellement jusqu'à son point maximum. Cette diminution, oscillant entre 16 et 35 0/0, s'observait non seulement pendant la période des inoculations, mais continuait le plus souvent encore après leur cessation jusqu'à la mort de l'animal. A l'autopsie, je m'assurais avant tout de la stérilité des abcès et du sang, afin d'éliminer tous les animaux qui auraient été accidentellement victimes de l'invasion de quelque microorganisme. Chez tous je pus constater un notable amaigrissement accompagné d'une anémie viscérale marquée. Dans quelques cas, je trouvai dans les cavités du péricarde et du péritoine un liquide séreux et, rarement, séreux sanguinolent. La rate était petite et flasque ; le foie, de volume normal, était de couleur plutôt pâle, rarement jaunâtre ; les reins contenaient, la plupart du temps, dans les bassinets, une accumulation de liquide blanchâtre et gélatineux ; le système nerveux central ne montrait macroscopiquement qu'une anémie avancée.

A l'examen histologique également, le système nerveux central n'offrait pas d'altérations ; le foie seul était rarement atteint de dégénérescence graisseuse ; les reins présentaient un certain nombre de cylindres rénaux de beaucoup supérieur au nombre normal, sans qu'il y eût cependant de vrais symptômes de néphrite. Dans 2 cas seulement j'ai pu observer de l'hémorragie, tant dans le foie que dans les reins.

Il résulte manifestement des faits exposés que les produits solubles des 2 staphylocoques exercent non seulement une action locale, mais aussi une action générale sur l'organisme, capable d'amener la mort des animaux.

En ce qui concerne les différences que l'on peut rencontrer entre les animaux inoculés avec les produits du staphylocoque pyogène blanc et ceux inoculés avec les produits

du staphylocoque pyogène doré, je dois dire que, chez ces derniers, les phénomènes décrits plus haut furent tous plus accentués, que la mort survint en moins de temps et que tous les animaux succombèrent, tandis que parmi ceux inoculés avec les produits du staphylocoque pyogène blanc, 2 survécurent et 1 mourut d'une septicémie due au streptocoque.

Dans une seconde série d'expériences, je pratiquai des inoculations de 1 ou 2 centimètres cubes des mêmes produits dans le sang, en notant toujours la diminution de poids et les autres altérations qui se rencontraient chez l'animal inoculé. Les injections se firent soit dans les veines de l'oreille, soit dans les veines sous-cutanées des parois abdominales. Sur 10 lapins destinés aux inoculations intraveineuses des produits du staphylocoque pyogène doré et un nombre égal servant aux inoculations des produits du staphylocoque pyogène blanc, inoculations qui étaient poursuivies pendant 15 jours, je ne tins compte que de 6 animaux dans chaque série, attendu que chez les autres il se forma des abcès au point d'inoculation par suite d'infiltration des produits de culture dans le tissu périvasculaire.

De suite après l'injection, les animaux montrèrent de l'agitation, la respiration et le pouls étaient fréquents, mais ils recouvrèrent, peu d'heures après, leur aspect primitif. Dans la partie baignée par la veine dans laquelle s'était faite l'injection, il survenait une rougeur tantôt à peine accusée, tantôt érysipélateuse. Les animaux continuaient à manger régulièrement et abondamment et je remarquai avec étonnement que la diminution de poids n'était pas très marquée. Après une période de 15 jours, la diminution de poids notée jusqu'alors oscillait d'environ 5 à 18 0/0 ; chez les uns, elle continua à progresser; chez d'autres, elle cessa entièrement. Les animaux chez lesquels on avait pratiqué des injections de quantités moindres commencèrent, même après la cessation de ces dernières, à augmenter de nouveau de poids de manière à reprendre et quelquefois, mais rarement, à dépasser leur poids initial.

Dans cette seconde série, il ne mourut que 3 des animaux inoculés avec les produits du staphylocoque pyogène doré

et 1 de ceux inoculés avec les produits du staphylocoque pyogène blanc. Chez ce dernier et chez 2 des précédents, l'autopsie ne révéla, en dehors d'un amaigrissement avancé, qu'une stase rénale et hépatique accompagnée d'une légère hydropisie péritonéale. Chez l'autre, je notai à l'examen histologique, en outre d'une coloration sub-ictérique de toutes les muqueuses et d'un fort amaigrissement, des hémorragies multiples des reins et du foie.

Cette différence notable dans la manière de se comporter des animaux à l'égard des inoculations pratiquées dans le sang et de celles faites dans le tissu cellulaire sous-cutané n'attira pas peu mon attention et, pour plus d'exactitude, je voulus refaire une série d'expériences sur ce point. J'inoculai donc simultanément pendant 10 jours consécutifs 16 animaux, 8 avec les produits du staphylocoque pyogène blanc et 8 autres avec les produits du staphylocoque pyogène doré, pour mieux me rendre compte de ces différences.

Inoculations des produits du staphylocoque pyogène blanc.

dans le tissu cellulaire sous-cutané					dans le sang				
1.	30 mai	— poids	1450	gr.	1.	30 mai	— poids	1680	gr.
	4 juin	»	1300	»		4 juin	»	1650	»
	7 »	»	1300	»		7 »	»	1700	»
	10 »	»	1200	»		10 »	»	1680	»
	12 »	»	1200	»		12 »	»	1680	»
	15 »	»	1210	»		15 »	»	1670	»
	19 »	»	1290	»		19 »	»	1620	»
	22 »	»	1340	»		22 »	»	1660	»
	30 »	»	1350	»		30 »	»	1700	»
2.	30 mai	— poids	1380	gr.	2.	30 mai	— poids	1482	gr.
	4 juin	»	1300	»		4 juin	»	1415	»
	7 »	»	1248	»		7 »	»	1430	»
	10 »	»	1050	»		10 »	»	1230	»
	12 »	»	1060	»		12 »	»	1300	»
	15 »	»	1080	»		15 »	»	1320	»
	19 »	»	1200	»		19 »	»	1360	»
	22 »	»	1250	»		22 »	»	1330	»
	30 »	»	1260	»		30 »	»	1380	»
3.	30 mai	— poids	1390	gr.	3.	Mort le 5 Juin, suite d'envahissement grave du foie et du mésentère par des coccidies.			
	4 juin	»	1390	»					
	7 »	»	1380	»					
	10 »	»	1390	»					



	12 juin	—	poids 1260 »				
	15 »		» 1200 »				
	19 »		» 1240 »				
	22 »		» 1300 »				
	30 »		• 1350 »				
4.	30 mai	—	poids 1420 gr.	4.	30 mai	—	poids 1380 gr.
	4 juin		» 1400 »		4 juin		» 1370 »
	7 »		» 1400 »		7 »		» 1400 »
	10 »		» 1310 »		10 »		» 1360 »
	12 »		» 1290 »		12 »		» 1230 »
	15 »		» 1220 »		15 »		» 1360 »
	19 »		» 1280 »		19 »		» 1280 »
	22 »		» 1300 »		22 »		» 1300 »
	30 »		» 1300 »		30 »		» 1350 »

Inoculations des produits du staphylocoque pyogène doré.

dans le tissu cellulaire sous-cutané				dans le sang			
1.	30 mai	—	poids 1520 gr.	1.	30 mai	—	poids 1230 gr.
	4 juin		» 1450 »		4 juin		» 1180 »
	7 »		» 1380 »		7 »		» 1210 »
	10 »		» 1290 »		10 »		» 4260 »
	12 »		» 1170 »		12 »		» 1170 »
	15 »		» 1130 »		15 »		» 1240 »
	19 »		» 1200 »		19 »		» 1260 »
	22 »		» 1320 »		22 »		» 1270 »
	30 »		» 1340 »		30 »		» 1250 »
2.	30 mai	—	poids 1700 gr.	2.	30 mai	—	poids 1760 gr.
	4 juin		» 1610 »		4 juin		» 1660 »
	7 »		» 1600 »		7 »		» 1620 »
	10 «		» 1570 »		10 »		» 1660 »
	12 »		» 1470 »		12 »		» 1660 »
	15 »		» 1600 »		15 »		» 1640 »
	19 »		» 1680 »		19 »		» 1600 »
	22 »		» 1700 »		22 »		» 1760 »
	30 »		» 1650 »		30 »		» 1690 »
3.	30 mai	—	poids 1330 gr.	3.	30 mai	—	poids 1690 gr.
	4 juin		» 1430 »		4 juin		» 1680 »
	7 »		» 1420 »		7 »		» 1660 »
	10 »		» 1330 »		10 »		» 1380 »
	12 »		» 1181 »		12 »		» 1660 »
	15 »		» 1050 »		15 »		» 1600 »
	19 »		» 1081 »		19 »		» 1650 »
	22 »		» 1210 »		22 »		» 1700 »
	30 »		» 1200 »		30 »		» 1720 »

4. 30 mai	— poids	1500	gr.
4 juin	»	1430	»
7 »	»	1420	»
10 »	»	1330	»
12 »	»	1330	»
15 »	»	1250	»
19 »	»	1020	»
22 »	»	1980	»

Le 22 l'animal meurt avec les mêmes altérations que les animaux morts précédemment.

4. 30 mai	— poids	1480	gr.
4 juin	»	1480	»
7 »	»	1470	»
10 »	»	1380	»
12 »	»	1340	»
15 »	»	1330	»
19 »	»	1380	»
22 »	»	1290	»
30 »	»	1390	»

Dans cette série également on constate une différence notable existant relativement à la diminution du poids entre les animaux inoculés dans le tissu cellulaire sous-cutané et ceux inoculés dans le sang. Cette différence se maintient pendant la durée des inoculations ; celle-ci ayant été courte, elle ne produisit non seulement pas d'effets graves, mais permit même à plusieurs animaux d'augmenter de nouveau de poids dans la suite.

Dans une troisième série d'expériences je pratiquai, d'après le même système, les injections dans la cavité péritonéale. J'obtins des effets à peu près identiques à ceux donnés par les injections faites dans le sang. Sur 10 animaux ainsi inoculés, deux seulement succombèrent, dont l'un présentait, dans la cavité péritonéale et dans le péricarde, un abondant exsudat séreux sanguinolent ne contenant pas de microorganismes, tandis que l'autre, en dehors du fort amaigrissement habituel, n'offrait aucune localisation digne d'intérêt.

De l'ensemble de ces recherches expérimentales, on peut avec raison retenir que les produits solubles des cultures du staphylocoque pyogène doré et du staphylocoque pyogène blanc sont capables, de quelque manière qu'on les introduise dans l'organisme, de produire, en dehors de lésions purement locales, des altérations organiques générales. D'après la façon dont se comportent les animaux, il faut admettre que ces produits, doués d'un pouvoir toxique, peuvent provoquer chez eux différents modes d'intoxication suivant leur quantité et suivant la manière dont ils sont absorbés par l'organisme. Bien que je n'aie pas réussi à

déterminer pour les lapins le coefficient maximal d'intoxication par ces produits, on peut cependant dire qu'il en faut une quantité relativement grande pour provoquer une intoxication aiguë chez ces animaux, tandis que l'inoculation répétée de petites doses suffirait pour produire les phénomènes morbides d'une intoxication chronique accompagnée d'une forte diminution de poids et de rares localisations anatomiques.

Il importe d'observer le mode varié d'agir de ces produits de culture suivant la voie qui a servi à leur introduction dans le corps de l'animal. Ainsi que le montrent nos expériences, l'inoculation sous-cutanée produirait des désordres bien plus graves que l'inoculation dans le sang ou dans la cavité péritonéale. Pour pouvoir donner une explication exacte de ce fait assez intéressant, il faudrait de nouvelles recherches et, pour aujourd'hui, je dois me borner à émettre les hypothèses qui me paraissent les plus plausibles et les plus probables.

Les produits inoculés directement dans le sang n'amènent peut-être pas d'altérations organiques graves, parce qu'ils sont rapidement éliminés, comme sont aussi rapidement éliminés par le pouvoir absorbant marqué du péritoine ceux que l'on inocule dans la cavité péritonéale. On pourrait aussi supposer que le sang est capable de modifier chimiquement ces produits de culture, puisque celui-ci est, en effet, doué d'un pouvoir toxinicide, comme l'a démontré M. Behring (1), propriété qui a pour effet de diminuer les effets toxiques des substances inoculées. Je crois, en outre, qu'il ne serait pas irrationnel de penser que ces produits introduits dans le torrent circulatoire sont dilués de façon à ce que leur contact devienne inoffensif pour les cellules.

Quand les inoculations sont pratiquées dans le tissu cellulaire sous-cutané, par contre, cette rapide élimination fait défaut et il y a développement de processus inflammatoires localisés qui, en se terminant par la suppuration, amènent nécessairement un plus grand dépérissement orga-

(1) Behring. Untersuchungeu über das Zustandkommen der Diphterie-Immunität bei Thieren (*Deutsche med. Wochenschrift*, n° 50).

nique. Et, si l'on tient compte de ce processus suppuratif qui évolue au point d'inoculation, on peut raisonnablement admettre que l'absorption des produits solubles inoculés, jointe à l'absorption des produits de la destruction du protoplasme cellulaire par suite de la leucocytdose inflammatoire, a une action toxique plus puissante.

Dans tous les cas, le fait de l'intoxication existe et il est confirmé par la manière dont cette intoxication évolue. N'ayant rencontré, à l'autopsie, aucunes altérations anatomiques et pathologiques, je ne puis toutefois établir par quel mécanisme ces substances produisent leur action toxique sur l'organisme.

Pour faire l'application de ces résultats expérimentaux aux faits cliniques, il faut tenir compte de la variabilité de la résistance des animaux et des différences chimiques qui peuvent exister entre le pouvoir toxique des produits de culture obtenus artificiellement et celui des produits qui se forment par la suppuration. Tout en faisant ces observations certainement fondées, on peut admettre que le marasme auquel aboutissent les individus atteints de suppurations chroniques est dû, en dehors de la soustraction de substances nutritives succédant à une destruction cellulaire importante et continue, pour la plus grande partie à une intoxication consécutive à l'absorption des substances toxiques produites par l'activité chimique des bactéries.

Dans mes expériences, j'ai seulement eu pour but d'apporter une première contribution à l'étude de l'action pathogène des produits biologiques des microbes pyogènes. Ce sujet offre un vaste champ pour des recherches ultérieures et je me réserve de continuer cette étude tant expérimentalement que cliniquement.

Avant de terminer cette communication sur l'action des produits de culture des microbes pyogènes, j'ajouterai quelques mots sur leur pouvoir plus ou moins vaccinant à l'égard des infections provoquées par ces mêmes micro-organismes.

Au dernier Congrès allemand de Chirurgie, M. Reichel (1) communiqua que les produits solubles des cultures

---

(1) Reichel, *l. c.*

du staphylocoque pyogène doré étaient capables de rendre les chiens réfractaires à l'infection par ce même microorganisme. Lorsque M. Reichel exposa les résultats de ses recherches, je m'occupais déjà depuis plus de 3 mois de ce sujet et n'avais jamais réussi à obtenir des résultats positifs, peut-être parce qu'au lieu de me servir de chiens, j'employais des lapins qui, au dire de M. Reichel, ne se prêtent pas bien à ces recherches. Malgré cela, je voulus poursuivre mes expériences.

Dans une série d'expériences j'infectai les animaux après les avoir soumis pendant 1 jour au plus (jusqu'à 10 jours) à des inoculations de doses variables de produits du même microorganisme dans la cavité péritonéale ou dans le sang.

Dans les autres cas, la tentative de vaccination par les produits de cultures était faite en même temps que l'inoculation du microorganisme au lieu de la précéder. L'infection était produite par l'injection de quelques centimètres cubes d'une culture virulente dans le sang et dans le tissu cellulaire sous-cutané. Tant avec l'un de ces procédés qu'avec l'autre, j'obtins constamment, en opérant sur de nombreux animaux, des résultats contradictoires. Je puis seulement assurer que les animaux qui avaient été soumis aux inoculations des produits du staphylocoque pyogène doré étaient plus facilement infectés que les animaux de contrôle par le staphylocoque pyogène blanc et *vice versa*. Sans vouloir, cependant, m'opposer aux conclusions de M. Reichel, je ne crois donc pas pouvoir admettre que les produits de culture des microbes pyogènes puissent produire, chez le lapin également, l'immunité à l'égard de ces mêmes microorganismes.

SUR UNE FERMENTATION VISQUEUSE DE L'ENCRE

PAR

M. HÉRY

Les encres au fer et au tannin sont, comme tout le monde a pu l'expérimenter, fréquemment attaquées par des moisissures. M. Van Tieghem, dans le mémoire important par lequel il a fait connaître en 1868 le *Sterigmatocystis nigra* comme l'agent de la fermentation gallique, n'a pas dit si cette Mucédinée opère le dédoublement du tannin dans les encriers, ni si c'est elle qu'on voit végéter à la surface des encres et je n'ai pu le vérifier : j'ai à parler ici d'un autre ennemi des encres.

Aujourd'hui les encres au campêche tendent à se faire une grande place, surtout dans les maisons d'éducation, à cause de leur innocuité : celles-là paraissent devoir compter avec les Bactéries.

Au printemps de la présente année 1891, les élèves du collège libre de Vaugirard s'apercevaient que l'encre mise à leur disposition devenait épaisse et filante au point de suivre parfois la plume en longues traînées jusqu'au milieu de la page d'écriture. Témoin moi-même de ce phénomène, je crus à une moisissure : un rapide examen me convainquit du contraire.

Un jour, une lecture me remit en mémoire le *Micrococcus viscosus* (Pasteur) de la bière filante et l'analogie de ce phénomène avec celui que j'avais sous les yeux me fit revenir à l'examen de notre encre : je trouvai dans tous les encriers filants des bacilles très nombreux, rien dans les autres.

Il n'y avait plus qu'à se mettre à l'œuvre et établir

d'abord entre la présence des bacilles et le filage de l'encre la relation de cause à effet (1).

La cause principale, sinon unique, du filage de l'encre est un bacille à large capsule; mais il ne s'y trouve pas seul. Les cultures sur plaque de l'encre filante donnent deux formes principales de colonies.

A. Des colonies larges (1 à 2 millimètres après 36 heures) rondes, claires, extrêmement filantes à la pointe de l'aiguille.

B. Des colonies plus petites, dont le développement s'arrête à environ 1/2 millimètre, opaques et sombres dans la lumière transmise, blanches et mates à la vue extérieure. Les contours sont nets comme dans la précédente.

On y trouve aussi des colonies très petites, présentant à la vue un noyau sombre entouré d'une zone pointillée. Elles ne se trouvent pas dans toutes les plaques, y sont toujours rares, le bacille qu'elles donnent est considérablement plus gros que les précédents et d'une forme très différente; j'ai cru pouvoir en négliger l'étude.

En tube, les colonies A liquéfient la gélatine en la rendant très filante et même glaireuse; les colonies B ne la liquéfient pas. Toutes les cultures ont été faites à la température de l'appartement; la gelée avait la composition suivante :

Eau distillée	100
Gélatine ordinaire. . .	6 ou 7, suivant la température
Glycérine anglaise . .	1
Sucre blanc.	1

Sur ce milieu le développement est rapide, surtout pour les colonies A. En 12 ou 15 heures, la piqûre est devenue

(1) Ces recherches sont encore incomplètes; obligé par des nécessités de situation de les suspendre pendant quelques mois, j'ai voulu néanmoins consigner ici les premiers résultats obtenus et je suis reconnaissant au Directeur des *Annales de micrographie* d'avoir bien voulu accepter ce modeste travail.

J'ai poursuivi cette étude à domicile et avec un matériel scientifique assez rudimentaire; heureusement pour moi la Providence m'avait placé à proximité de l'Institut Pasteur, et j'ai pu voir au cours de ces recherches que, s'il n'est pas dans tous les cas nécessaire de posséder l'outillage spécial créé par le génie du maître et de ses élèves, il est toujours indispensable de s'aider de leur expérience et de leur sagacité.

J'ai dû beaucoup aux bienveillants encouragements de M. Roux, directeur du service de Microbie technique et à ses précieux conseils et je lui en exprime ici toute ma reconnaissance.

une poche piriforme large de 3 ou 4 millimètres, transparente, contenant un liquide filant et présentant au fond un dépôt légèrement jaunâtre. Au bout de 3 jours, toute la couche supérieure de la gélatine est liquéfiée sur une profondeur d'environ 1 centimètre et demeure filante pendant des semaines. La réaction est faiblement acide ; l'odeur, nulle.

Les bacilles des colonies B forment de grosses pelotes isolées ou confondues suivant que l'aiguille était plus ou moins chargée. Cette traînée atteint 1 millimètre d'épaisseur, puis cesse de se développer et brunit fortement; elle se surmonte d'une petite goutte d'un liquide épais, visqueux (probablement par suite de la contraction que l'évaporation produit dans la gelée) et reste ainsi indéfiniment.

Quand il s'est agi d'ensemencer ces deux bacilles dans l'encre, un phénomène inattendu s'est produit. L'encre s'est montrée absolument réfractaire à leur développement. Je citerai ici une de mes expériences les plus démonstratives à ce sujet. Après de nombreuses tentatives j'avais pensé que peut-être des bacilles desséchés réussiraient mieux, leur dessiccation ayant pu amener la formation de spores, ou pour quelque autre cause.

Deux lamelles flambées sont trempées l'une dans l'encre filante ; l'autre, dans une culture du bacille A faite dans un liquide analogue à l'encre ; toutes deux sont fixées au bouchon d'un tube stérilisé dont le fond est garni d'une couche d'acide sulfurique et laissé ainsi 48 heures à l'abri des germes de l'air. Ce temps écoulé, elles sont mises dans deux tubes d'encre stérilisée. Deux autres lamelles pareillement préparées sont mises dans la gélatine. Au bout de 3 jours la gélatine, est complètement liquéfiée, l'encre est demeurée stérile ; les lamelles des tubes de gélatine sont alors portées dans les tubes d'encre ; après plusieurs jours, les tubes sont toujours stériles ; les piqûres faites sur gélatine ne se développent pas.

J'ai varié ces expériences : j'ai ensemencé l'encre avec des cultures sur gélatine et des cultures dans divers liquides, avec des cultures jeunes et des cultures vieillies de l'un et l'autre bacille ; j'ai versé dans une partie d'encre fraîche jusqu'à deux parties d'encre filante ; j'ai employé l'encre conservée depuis une année en flacon cacheté, l'encre fabriquée par moi dans mon laboratoire, celle conservée dans un tonneau ouvert placé dans les caves du collège, jamais elle n'est devenue filante. Pour moi, une

chose est acquise, l'encre telle qu'elle est livrée par le fabricant est impropre au développement des bacilles.

Où était l'obstacle? Et comment ce liquide se modifie-t-il dans nos encriers?

Je n'ai pas la réponse à la seconde de ces deux questions et je vais dire seulement comment j'ai résolu la première.

J'ai déjà dit que notre encre était de nature végétale. Runge a fait le premier connaître la possibilité de produire une bonne encre en faisant réagir le chromate jaune de potasse sur l'extrait de bois de campêche. C'est cette formule que suivent les fabricants avec des proportions qui sont fixées par chacun d'eux et qui peuvent varier, je m'en suis assuré directement, dans certaines limites. On peut même substituer le bichromate au chromate jaune, on obtient à peu près la même nuance, noir-bleuté, mais on augmente la tendance de ces encres à déposer, tendance qui a détourné des commerçants de leur fabrication. Je ne sais comment on obvie à cet inconvénient dans les diverses maisons. L'encre que j'étudie ici provient de l'ancienne maison Périne-Guyot, rue des Archives. M. Vicaire, l'actif et intelligent chimiste qui la dirige actuellement, a bien voulu me faire connaître sa recette. Je ne suis pas autorisé à la divulguer ; je désignerai seulement sous le nom de *fondant* la substance qu'il emploie pour maintenir son encre parfaitement liquide.

Ainsi composée, l'encre est un liquide nourricier de premier ordre pour les moisissures et, dans les premiers temps de la fabrication, la fermentation produite par ces champignons allait jusqu'à donner 300 kilogrammes de dépôt dans des cuves de 1,200 litres. M. Pasteur fut encore une fois la providence de l'industrie : sur son conseil, on mêla à l'encre un antiseptique qui est une dissolution de bïodure de mercure dans l'iodure de potassium. Nous nous trouvons donc en présence d'un liquide ainsi constitué :

Eau	1000
Extrait sec de campêche	35
Chromate jaune de potasse	3
Fondant	?
Bïodure de mercure	0.05
Iodure de potassium	0.05

Tel quel, ce liquide ne permet le développement d'aucune bactérie ; mais si on y ajoute quelques cristaux, soit de bichromate, soit de permanganate de potasse, et qu'après leur dissolution on l'ensemence d'encre filante ou du bacille A, il devient rapidement filant, tandis que les tubes témoins qui n'ont pas été traités par ces deux substances demeurent stériles.

Cette expérience avait été instituée dans le but de vérifier une conjecture, à savoir : que l'extrait de campêche plus oxydé fournirait aux bacilles un aliment plus favorable. De là on aurait cherché à établir que l'encre s'oxydait au contact de l'air et ainsi se fût expliquée la contagion qui régnait dans nos salles d'étude.

L'expérience en a décidé autrement et tel n'est point le rôle du bichromate.

Tout d'abord pour l'oxydation au contact de l'air il ne semble pas qu'elle ait lieu.

Des matras Pasteur ont été mis en expérience le 20 août ; une mince couche d'encre couvre leur fond ; ils sont exposés le jour au soleil, la nuit au frais, afin de favoriser par les contractions et dilatations successives le renouvellement de l'air ; on les agite soir et matin pour assurer le contact ; ensemencés le 16 septembre, après 27 jours, ils sont restés stériles comme les tubes témoins demeurés immobiles et bien bouchés.

D'autre part, de trois solutions de campêche traitées : la première, par le chromate jaune à 3 p. 1000 ; la seconde, par le bichromate également à 3 p. 1000 ; la dernière, par le bichromate à 6 p. 1000 ; c'est la première, c'est-à-dire la moins oxydée, qui est devenue le plus rapidement filante, en 3 jours.

L'oxydation de l'encre par le bichromate, si elle a lieu, n'est donc pas ce qui la rend apte à la culture du bacille.

Le rôle du bichromate consiste à décomposer le bïodure de mercure et il le décompose seulement en présence du *fondant ;* voici comment je vérifie cette action :

L'eau amidonnée est le réactif classique pour mettre en évidence la présence de l'iode dans la décomposition des iodures par l'acide azotique. Il était impossible d'appliquer ce procédé à l'encre : sa coloration noir-bleu aurait

masqué celle que l'iode devait donner à l'amidon. Je mèle à l'eau amidonnée quelques gouttes de la solution de bïodure; si on ajoute alors le bichromate, on n'obtient que la coloration rouge-orangé de ce sel et nulle trace de décomposition. Mais si on a préalablement mêlé quelques gouttes du *fondant,* aussitôt qu'on met le bichromate la coloration bleue apparaît. La réaction est particulièrement nette quand on opère dans un verre de montre placé sur papier blanc et qu'on dépose dans le liquide un cristal *sec* de bichromate ou de chromate jaune : un cercle violet-bleu apparaît aussitôt formé comme par des fusées d'iode.

La conclusion de ce fait est facile à tirer : puisque le bichromate, peut décomposer le bïodure et puisque son introduction dans l'encre le rend propre au développement des bacilles, c'est bien le bïodure qui s'y opposait.

Je ferai remarquer que cette conclusion devait être établie, quoique les propriétés antiseptiques de ce corps soient connues ; et cela parce que, malgré sa présence, un millier d'encriers ont été, dans le courant de l'été, infectés à plusieurs reprises par le bacille.

La preuve, du reste, ne laisse rien à désirer. Les solutions suivantes ont été ensemencées de cultures très filantes :

1 Campêche chromaté pur ;
2 Campêche chromaté avec le fondant ;
3 Campêche chromaté avec bïodure ;
4 Campêche chromaté avec fondant et bïodure.

Les n°s 3 et 4 sont toujours demeurés stériles : nuls bacilles dans les préparations pour le microscope, nul développement dans les piqûres sur gélatine.

C'est donc bien le bïodure qui s'oppose, dans l'encre, au développement des bacilles ; mais que se passe-t-il dans les encriers et comment l'encre devient-elle spontanément capable de subir la contagion?

Je l'ai dit, je ne puis répondre actuellement à cette question. On pourrait conjecturer que les plumes métalliques y seraient pour quelque chose, il n'en est rien. Des tubes d'encre où j'avais fait macérer des plumes ont été ensemencés d'encre filante ; l'un d'eux m'a donné *une fois* un

bacille qui paraît être le même que celui des colonies B ; mais ils ne sont pas devenus filants. On pouvait penser à une décomposition lente sous l'action de la lumière; des tubes longtemps exposés au soleil et ensemencés sont demeurés stériles. Il y a là un problème difficile à aborder d'autant que les observations ne sont jamais concluantes, dans l'impossibilité où l'on est de connaître les perturbations causées par les enfants.

Des faits exposés jusqu'ici il résulte que l'on a pu à volonté rendre filantes des encres traitées par le bichromate de potasse et des solutions de campêche pures chromatées ou bichromatées. J'ajoute que c'est par le développement du bacille A seulement.

Pour l'encre, la quantité de bichromate ajoutée peut varier de 1/2 gramme par litre jusqu'à 6 ou 7 grammes ; au delà, l'encre devient pâteuse.

L'extrait de campêche pur en solution au titre de l'encre :

Eau	1000
Extrait sec.	35

est impropre au développement ; la même solution additionnée de chromate jaune à 3 p. 1000 ou de bichromate à 3 ou 6 p. 1000 devient rapidement filante, en 3 jours au minimum.

Quand la culture est encore jeune une partie de l'encre est demeurée liquide et l'aiguille soulève un paquet glaireux dont on sent la résistance à l'étirer. Le bacille alors est court, presque ovale ; la capsule qui l'entoure est petite et se colore dans le violet de gentiane ; plus tard, l'encre devient seulement épaisse et comme huileuse, le bacille est long (jusqu'à 15 fois sa largeur), la capsule est énorme, pouvant avoir en diamètre 3 et 4 fois la longueur du bacille, et, après coloration, tandis que le bacille est fortement violet, elle est demeurée incolore.

Le mécanisme du filage paraît donc être celui-ci : les bacilles se développent en formant des *zooglées :* celle-ci se dissocient ensuite pendant que le bacille produit la matière visqueuse qui se dissout dans l'encre et la rend épaisse. Cette matière est très soluble dans l'eau ; une culture vis-

queuse étendue de quatre fois sont poids d'eau demeure filante. Cette matière est insoluble dans l'alcool.

Ce bacille vit dans le lait qu'il sépare en deux parties : le petit lait presque limpide, et un coagulum à odeur caséeuse mais liquide et filant. Il ne vit ni dans la bière ni dans l'eau gommée, il se développe peu dans l'eau sucrée.

Le bacille B vit dans les mêmes solutions de campêche mais sans les rendres filantes, son développement y paraît limité comme sur la gélatine.

On demandera si les deux bacilles A et B forment une association à influence réciproque ou unilatérale. Diverses expériences faites pour éclaircir ce point ont donné des résultats négatifs. J'ai toujours trouvé deux bacilles principaux dans l'encre filante. Je n'hésite pas à affirmer l'identité du bacille capsulé A dans les divers encriers et aux diverses époques ; celle du bacille B me paraît probable. Je ne sais pas si son développement suit ou précède celui de A, je le crois indépendant. Le bacille B est plus résistant aux causes de destruction et au temps. En couvrant d'encre fraîche des cultures sur gélatine liquéfiées par l'encre filante, j'y ai retrouvé le bacille B encore vivant après deux jours. Je l'ai retrouvé de même dans des encres filantes longtemps conservées qui ne contenaient plus le bacille A.

Il me reste à parler de l'origine de ces bacilles. Je suis loin d'avoir résolu la question.

Je me suis adressé d'abord à l'atmosphère. Je recueillais les germes atmosphériques sur la colle de farine, m'étant assuré que le bacille A peut se développer sur cette matière. J'aurais pu écarter d'avance ceux qui forment des colonies colorées, le bacille de l'encre ne donnant sur la colle que des colonies incolores. Je les ai cultivés néanmoins car je crois être assuré que tel bacille perd sa couleur en changeant de milieu et peut la retrouver ensuite sur le milieu primitif ou sur un autre. Les uns se sont développés sans liquéfier la gelée, les autres en la rendant liquide ; aucun, filante. Plusieurs se développent dans l'extrait de campêche chromaté sans le rendre filant ni l'altérer sensiblement ; le bacille B pourrait être un ou même plusieurs d'entre eux. J'en dirai autant de ceux qui forment sur la colle des colo-

nies incolores. Aucun n'a pu être identifié avec le bacille A. J'en ai cultivé 14 sans retrouver et la grande capsule et la gélatine filante.

Je n'ai pas eu le temps d'aborder l'étude des bacilles de l'eau. J'ai constaté seulement que le bacille capsulé A ensemencé dans de l'eau pure stérilisée y conserve plus de de 15 jours sa vitalité; je n'ai pas pu m'assurer qu'il s'y soit développé.

Je termine en indiquant un remède contre cette contagion de l'encre.

Le sublimé devait être écarté *a priori* d'une encre destinée à des enfants et où trempent des plumes métalliques. Les sulfates de fer et de cuivre sont à peu près dans le même cas. Le borax, que j'ai essayé le premier, s'est trouvé parfaitement inefficace, même à la dose de 1 gramme par litre. Quant à l'acide salicylique, j'en avais fait mettre, dès le mois de mai, 8 grammes dans le tonneau d'encre qui contient environ 60 litres. L'épidémie a néanmoins continué de sévir tout l'été. La dose était insuffisante; je me suis assuré depuis qu'avec 1/2 gramme par litre on empêche sûrement le développement du bacille capsulé A, le seul important dans la question.

CONCLUSIONS

1° Les encres au campêche, si elles ne sont pas additionnées d'un antiseptique, sont sujettes à nourrir diverses bactéries dont une au moins fabrique une gomme à leurs dépens et en altérant leurs éléments;

2° Le bïodure de mercure à la dose de 0 gr. 05 est efficace, mais sa résistance peut cesser au bout d'un certain temps par des causes encore inconnues;

3° L'acide salicylique peut le remplacer pourvu que la dose ne soit pas inférieure à 0 gr. 5 par litre.

———

EXPOSITION GÉNÉRALE ET RÉTROSPECTIVE DE

MICROSCOPIE DE LA VILLE D'ANVERS

en 1891

Cette Exposition a été ouverte par les autorités provinciales et municipales le 9 août 1891, en même temps que les fêtes communales de la ville d'Anvers ; elle coïncidait avec une exposition d'horticulture et de géographie botanique située également dans le monument appelé Athénée Royal, et de laquelle nous n'avons pas à entretenir les lecteurs des *Annales de micrographie*, malgré tout l'intérêt qu'elle présentait et l'honneur qu'elle faisait à son principal organisateur, M. Ch. de Bosschère.

L'Exposition de microscopie, due à l'initiative de M. le Dr Henri van Heurck, connu de tous par ses importantes recherches de micrographie et sa passion pour tout ce qui touche les perfectionnements relatifs à la mécanique et à l'optique du microscope, se présentait magnifique et parfaitement réussie. Nous n'avons certainement pas qualité pour décerner des éloges à ce savant professeur, mais nous avons, il nous semble, le droit de signaler le succès retentissant qu'a eu son œuvre et les appréciations flatteuses dont elle a été l'objet de toute part.

Esquissons d'abord la physionomie générale de la section consacrée à la microscopie, nous reviendrons ensuite avec détails sur les objets compris dans les dix classes de cette Exposition.

La plus grande partie des objets exposés était contenue dans une vaste salle rectangulaire éclairée, unitéralement, d'en haut, par de grandes fenêtres. Sur le côté de la pièce recevant directement la lumière du jour se déroulaient, tout d'abord, contenus dans des armoires vitrées, les objets concernant l'exposition rétrospective du microscope. Pour fixer immédiatement le visiteur sur la date de la découverte du merveilleux instrument dont l'histoire était faite chro-

nologiquement par des pièces authentiques d'une grande valeur, on avait placé au-dessus de ces armoires avec le portrait de Zaccharias Janssen la grande inscription suivante :

Le microscope composé fut découvert vers 1600 *par Hans et Zaccharias Janssen.*

A la suite de l'exposition rétrospective du microscope se trouvaient les belles collections du Dr H. van Heurck, les microscopes de Watson et Sons, ceux de Carl Zeiss, de Powell et Lealand, de Nachet, la collection particulière si intéressante du professeur Bolsius, de Malines, et les appareils de bactériologie du constructeur Adnet, de Paris.

Au milieu de la salle et suivant son grand axe, on remarquait les microscopes de Reichert, de Vienne, les diverses phases de construction des objectifs par Carl Zeiss, le grand appareil photomicrographique et à projection du même constructeur, les tables contenant les appareils du service bactériologique de la ville de Paris; plus loin, les microtomes de Jung, les microscopes de Leitz, les préparations de Tempère et celles de Thum.

Contre la paroi de la salle percée de fenêtres, et au-dessous de ces dernières, existaient une multitude de cadres renfermant de nombreuses photomicrographies ; entre autres : celles des tests objets, du Dr H. van Heurck, les phototypies de l'éditeur Thévoz et Cie, de Genève ; les photogrammes d'Otto Müller, de Zurich, de Léon Duchesne, d'Évreux, de Louis Gife, etc... et enfin l'exposition des appareils de laboratoire de bactériologie de Wiesnegg, situés au milieu de ces tableaux en face de l'exposition de la ville de Paris.

Sur les petits côtés de la salle étaient symétriquement placées deux grandes et belles vitrines, surmontées de hautes architraves sur lesquelles étaient peints, en lettres d'or, d'une part, les noms des micrographes les plus illustres :

HOOKE (1665), CHÉRUBIN (1671), LEEUWENHŒK (1673), BONNANI (1691), HARTSŒKER (1694), JOBLOT (1716), LYONNET (1762), LEDERMULLER (1764), ERHENBERG (1838),

auxquels on aurait pu ajouter celui de Dujardin ; et, d'autre part, les noms des constructeurs célèbres qui ont contribué aux perfectionnements les plus importants du microscope :

Campani (1665), Eustachio Divini (1667),
Van Musschenbrœck (1704), John Marshall (1704),
John Cuff (1744), G. Adams (1771), Dellebarre (1777),
Ch. Chevalier (1835), Amiçi (1835) ;

liste qu'on aurait pu étendre encore en ajoutant les noms des constructeurs habiles : Ross, Nachet le père, Oberhausser.

Dans ces deux vitrines, avec de nombreux documents imprimés offerts aux yeux du public, on remarquait les microscopes d'Hartnack, les appareils d'éclairage électrique de Trouvé, les appareils de bactériologie de Rud. Siébert, les microtômes d'Erbe, etc.

Il était adjoint à cette grande salle contenant, nous l'avons déjà dit, la majeure partie des objets exposés, une pièce plus petite où le visiteur distinguait en entrant les photomicrographies colorées sur verre de Lumière de Lyon, destinées à être projetées et à éclairer les explications des professeurs, ou plutôt, à récréer les auditeurs. A gauche de ces photogrammes aux couleurs criardes, l'on apercevait un appareil photomicrographique robuste et quelque peu rustique ; à droite, les tableaux contenant les photomicrographies des poils par Buch, et celles des substances qui servent à la falsification des tourteaux et des farines de graine de lin, dues au laboratoire agricole provincial de la ville de Roulers. Puis enfin, dans la même petite pièce coupée par une cloison de bois se trouvait, peut-être trop soigneusement enclose, l'exposition particulière de Moller, dans laquelle le public n'était admis qu'après versement de la somme de 0 fr. 25. Dans ce local réservé, on montrait au public de superbes *Typen-platten*, de magnifiques préparations de diatomées, dont l'une d'elles peut-être unique en ce monde, contient 4028 frustules, toutes différentes, rangées méthodiquement sur un seul porte-objet. Nous consacrerons d'ailleurs plus bas quelques lignes aux patients travaux de Moller.

L'impression générale qu'a produite l'Exposition de

microscopie d'Anvers, aujourd'hui fermée depuis la fin de septembre, a été excellente ; sans doute, on n'y voyait pas les instruments d'une foule de constructeurs venus de toutes les villes du globe ; les meilleurs y ont porté leurs chefs-d'œuvre, et cela suffisait aux délicats ; on n'a que trop souvent à regretter, dans de semblables expositions, la présence, à côté d'instruments sérieux et utiles, d'appareils mal faits, déplorables au point de vue de la mécanique comme de l'optique, et que n'auraient certainement pas osé produire les opticiens du siècle dernier. L'Exposition d'Anvers a donc su conserver un caractère rigoureusement scientifique ; il est rare en effet d'en compter qui ait moins fait de réclame, qui ait su garder la sévérité qu'il convenait à un centenaire ayant pour but la glorification du microscope.

Il semble, cependant, qu'on ait eu à regretter quelques défections ; la bactériologie y était faiblement représentée, les laboratoires des Universités belges, allemandes et anglaises s'étaient abstenus ; ce qu'il faut attribuer peut-être à la coïncidence de l'Exposition de microscopie d'Anvers, avec l'Exposition de bactériologie qui a eu lieu à Londres dans la première quinzaine d'août, au moment du Congrès international d'Hygiène, et, à coup sûr, aux frais nombreux qu'occasionnent toujours de semblables participations non prévues dans les budgets parcimonieusement établis des Instituts et des Laboratoires de bactériologie. Pour qu'une exposition de recherches scientifiques ait la chance de réussir complètement, nous pensons que les laboratoires qui exposent par pur amour de la science doivent être débarrassés de tout souci pécuniaire, soit par les administrations dont ils relèvent, soit par les sociétés qui organisent les expositions.

Pour faciliter le compte rendu qui nous reste à faire des objets de microscopie exposés dans les salles de l'Athénée Royal d'Anvers, nous adopterons les divisions suivantes, et nous parlerons :

1° De l'exposition rétrospective de microscopie ;

2° Des microscopes et de leurs accessoires ;

3° Des instruments et appareils de bactériologie ;

4° Des préparations micrographiques, des photomicrographies, et enfin des ouvrages de micrographie.

Notre travail sera nécessairement incomplet, car il est bien difficile de décrire en quelques chapitres la multiplicité des objets réunis à Anvers, grâce à l'activité et au dévouement du Dr H. van Heurck ; cependant, nous nous efforcerons d'accomplir cette tâche avec toute l'impartialité possible, en présentant par avance nos excuses aux exposants qui seraient de notre part l'objet d'un oubli toujours involontaire.

I. — **Exposition rétrospective de micrographie**

Il nous paraît difficile de savoir exactement à qui l'on doit la découverte du microscope composé ; il est probable que ce mérite revient à celui qui, ayant entre les mains deux lentilles convergentes, les a assemblées de façon à grossir avec la lentille la plus rapprochée de l'œil l'image aérienne renversée d'un objet fourni par la plus éloignée. Quand, avec une lunette terrestre privée de son objectif, on regarde un objet placé non loin d'une ou des deux lentilles redressantes, faisant l'office d'objectif, on possède un microscope composé grossissant peut-être plus de huit à dix fois. Cependant, cette combinaison optique exprimée dans un instrument avec la volonté ferme de l'utiliser au grossissement des objets, à une époque où la loupe était connue, semble due à Hans et Zaccharias Janssen, dont l'instrument authentique, datant environ de 1600, était exposé et avait été prêté pour la circonstance par la *Société zéelandaise des sciences*, dont le Dr H. Japikse est actuellement le président.

Cet appareil vénérable consiste en un gros tube de fer-blanc long de 0m,35 et d'un diamètre dépassant celui d'une pièce de 5 francs en argent ; dans ce tube, s'engagent, à chaque bout, deux nouveaux tubes beaucoup plus courts ; l'un porte une lentille plan-convexe (oculaire), l'autre une lentille bi-convexe (objectif) ; entre les deux lentilles se

trouve un diaphragme soudé au tube qui contient l'objectif. Ce microscope composé primitif, qui fournit une amplification de 7 à 8 diamètres, n'a pas été une des attractions moindres des visiteurs.

On remarquait ensuite quatre microscopes authentiques de Leeuwenhœk, ayant servi aux recherches de ce savant (1650-1680). Trois d'entre eux étaient exposés par M. P.-A. Haaxman, descendant direct de la sœur de Leeuwenhœk ; le quatrième, par le Dr A.-W. Hubrecht, professeur de Zoologie à l'Université d'Utrecht. On connaît l'extrême simplicité des microscopes de Leeuwenhœk, qui consistent pour la plupart en séries de lentilles très bien travaillées pouvant fournir des amplifications variant de 10 à 250 diamètres; ces lentilles encastrées dans un écran, on regarde par transparence les objets soutenus sur une platine souvent constituée par une pointe fixée à l'extrémité d'une vis.

Nous n'avons pas aperçu de microscope composé de Hooke; s'il en existe encore des spécimens, ils doivent être d'une extrême rareté. Parmi les microscopes composés antérieurs au XVIIIe siècle, se voyait un microscope italien, à 4 verres, monté sur un trépied, formé de 2 tubes rentrant l'un dans l'autre, grossissant environ 50 fois en diamètre, mais ne possédant pas encore de miroir, cette forme décrite en 1686 (*Academia fisico di Roma*) est celle des microscopes construits par Divini. Citons un appareil analogue au précédent de la moitié du XVIIe siècle, aux armes de France et appartenant comme le précédent à M. Nachet. Le Dr H. van Heurck, dont la collection particulière, si riche, a été largement mise à contribution, avait exposé un microscope de Marshall (Londres, 1704), qui se rapproche par sa disposition générale des microscopes construits aujourd'hui : comme eux, il possède un mouvement rapide de glissement, un mouvement lent déterminé par une vis de rappel; il peut de même se renverser, et, par surcroît de commodité, la platine est mobile de haut en bas, tandis que dans les microscopes du père Chérubin, d'Orléans, comme dans ceux de Grindelius (1687), le corps du microscope n'acquiert son mouvement de progression qu'en s'engageant en tournant dans un écrou dont le pas de vis mâle est fileté sur le tube.

Cette même disposition mécanique se retrouve, il nous semble, plus heureusement conçue, dans le microscope de Hooke, figuré dans la *Micrographia* publiée par cet auteur en 1665. Marshall, qui dans le principe éclairait les objets par transparence, au moyen de la flamme d'une chandelle dont les rayons étaient condensés par une lentille, a employé plus tard la lumière réfléchie par un miroir plan. On se demande, sans pouvoir trop se l'expliquer, pourquoi, au commencement du XVIIIe siècle, le corps des microscopes possédait des dimensions diamétrales excessives, parfois fantastiques.

A côté du microscope de Marshall, se voyaient deux modèles des microscopes de Scarlet et Culpeper, qui firent leur apparition en Angleterre vers 1738. Ces instruments, prêtés par le Dr H. van Heurck et M. Nachet, ne manquent pas d'élégance; dans un tube soutenu par trois pieds, le corps du microscope glisse vers une platine fixe perforée; un miroir, mobile en tout sens, porté sur un pied, sert à l'éclairage.

Signalons encore, en passant, un microscope de van Musschenbroeck (1716) appartenant au Musée de Zoologie d'Utrecht, un microscope de Wilson, (1758); du Dr Vervliet, médecin anversois, mort en 1764 ; un microscope simple dit *vitrum pulicarium*, antérieur au XVIIIe siècle; un microscope simple à globule de verre fondu, fabriqué à Constance vers 1750 ; quelques microscopes composés en bois et en carton, dits de Nurenberg (XVIIIe siècle), presque tous appartenant à la collection du Dr H. van Heurck, et plusieurs microscopes à main forts intéressants ; un microscope simple du célèbre Homberg, membre de l'académie des sciences, et dont Fontenelle prononça l'éloge ; un microscope à main très complet de Joblot décrit en 1718, aujourd'hui la propriété de M. Nachet.

On distinguait à côté des appareils que nous venons de mentionner plusieurs microscopes de Cuff ; l'un d'eux datant de 1750, l'autre de la fin du XVIIIe siècle, le troisième datant de 1745 de la collection de M. Nachet. Ces instruments pourvus de nombreux objectifs s'adaptant les uns aux autres possèdent une vis micrométrique, une platine libre, des diaphragmes, des miroirs pour réfléchir la

lumière, une loupe pour l'éclairage des corps opaques, et d'autres perfectionnements qui témoignent d'un progrès très réel dans la construction du microscope. Voici, également, un microscope de poche d'Adams, remarquable par sa partie mécanique et par son peu de volume ; il tient, en effet, dans un écrin de $0^{m},18$ de long sur $0^{m},10$ de large et $0^{m},045$ d'épaisseur ; un microscope fait à Milan, par François de Baillon en 1762, monté sur une colonne, articulé sur une boule et pourvu d'un mouvement lent à vis ; un microscope construit vers 1745, par Brander, célèbre opticien d'Augsbourg, plus perfectionné encore, car, en outre, d'un excellent mouvement lent à vis micrométrique, identique d'ailleurs à celui qui a été adopté vers 1835 par les opticiens allemands et français, il porte dans l'oculaire un micromètre à vis. M. Nachet, auxquel appartiennent ces microscopes, expose de même plusieurs instruments de Passemant qui travaillait au Louvre vers 1750.

Pour clore la série des microscopes du XVIIIe siècle, signalons celui de Dellebarre, présenté à l'Académie des sciences de Paris en 1778, qui fut aussi l'objet d'une récompense décernée le 22 floréal an XI, sous forme de médaille d'argent, par l'*Athénée des arts de Paris*, et qu'a pieusement exposée son arrière-petit-fils, M. L.-F. Dellebarre, d'Amsterdam ; citons encore le microscope inclinant de Nairn, un microscope anglais ancien exposé par M. Aulit, d'Anvers ; un très beau microscope du milieu du siècle dernier, en cuivre doré et ciselé, d'une grande perfection mécanique, monté sur une boite en marquetterie, possédant un mouvement lent très curieux et un autre mouvement à vis permettant le déplacement horizontal du tube. Une pièce bien intéressante, mais malheureusement incomplète est le microscope du naturaliste de Buffon, qui lui fut offert par ses élèves en 1748, comme l'indique une inscription gravées sur le corps ; enfin, citons comme troisième pièce appartenant à M. Nachet, un joli microscope à main, pourvu de nombreuses lentilles de différents foyers et de miroirs de Lieberkhün, type des microscopes qu'on offrait en cadeaux aux grands Seigneurs du temps.

Les microscopes du commencement de ce siècle, beaucoup moins rares, attirent moins la curiosité ; plusieurs

d'entre eux sont cependant remarquables par les perfectionnements qu'ils offrent ; de ce nombre, le microscope dit de Selligue ; le microscope universel de Ch. Chevalier, qui sut donner à ces sortes d'instruments la précision qu'ils comportent aujourd'hui, grâce à la présence, dans ses ateliers, d'ouvriers tels que : Nachet le père, Rhumkorff, et de bien d'autres qui sont devenus à leur tour des constructeurs remarquables. Citons enfin, pour clore cette liste, le microscope achromatique d'Amici, du célèbre constructeur italien auquel l'on doit l'immersion et dont le nom doit être d'autant plus révéré et peu oublié que c'est sur ces traces que marchent encore aujourd'hui les opticiens contemporains.

(*A suivre.*)

REVUES ET ANALYSES (1)

Félix Le Dantec. — **Recherches sur la digestion intracellulaire chez les Protozoaires** (*Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, t. XXIII, 2e partie).

Dans ce travail, l'auteur s'est proposé, dit-il, d'élucider la question de l'existence des vacuoles autour des substances ingérées par les Rhizopodes et les Infusoires et d'avoir des renseignements précis sur la nature du contenu de ces vacuoles au début de l'ingestion. Il a étudié ensuite la réaction de ces vacuoles aux différents instants et cherché si les phénomènes différaient suivant que l'animal avait ingéré une substance non nutritive, un aliment albuminoïde, amylacé ou gras. Il a aussi repris les observations sur le sort des aliments de diverses natures dans les vacuoles d'ingestion.

L'étude de la digestion intracellulaire a été faite en se servant du tournesol et de l'alizarine sulfoconjuguée.

L'emploi du tournesol ne donne souvent que des indications incomplètes : en effet, celui qui est fourni par le commerce possède toujours un excès d'alcalinité variable et le grain qui est ingéré dans une vacuole, ne peut virer au rouge qu'à la suite d'une production d'acide relativement considérable; néanmoins les résultats suivants ont pu être obtenus :

1° Chez le *Stentor polymorphus*, les corps ingérés, nutritifs ou non, se trouvent au bout de quelque temps dans un milieu acide ;

2° L'acidité est progressive comme si elle était due à une sécrétion ;

3° L'acide produit est un acide fort.

En outre, pour plusieurs espèces d'Infusoires, la sécrétion de l'acide est plus ou moins rapide suivant les espèces et l'acide semble être le même pour toutes les espèces observées.

L'emploi de l'alizarine sulfoconjuguée a permis à l'auteur de faire d'autres constatations, la plupart d'un grand intérêt. L'eau dans laquelle vivent les Protozoaires est en général légèrement alcaline : abandonnée dans cette eau, l'alizarine forme de petits grumeaux qui deviennent violets en peu de temps et, au bout de

(1) Les travaux qui rentrent dans le cadre des *Annales de micrographie* seront analysés au fur et à mesure de leur réception au bureau du journal.

deux ou trois jours, la matière colorante forme de longues aiguilles violet foncé : ce sont, suivant les cas, ces grumeaux ou ces aiguilles qui sont ingérés par les Protozoaires ; or, la sécrétion progressive d'un acide aura pour résultat de faire virer la couleur de l'alizarine du violet au rose, en passant par un grand nombre de nuances intermédiaires et enfin au jaune.

Avec un réactif d'une aussi grande sensibilité, M. Le Dantec a pu établir que « *dans tous les cas*, chez tous les Infusoires étudiés, la vacuole digestive est le siège d'une sécrétion acide qui neutralise d'abord l'alcalinité de l'eau ingérée et qui continue quand la neutralité est atteinte, de façon à donner au contenu de la vacuole une acidité effective. Cette sécrétion acide se manifeste avec la même intensité dans les vacuoles contenant des matières solides animales, végétales ou minérales. » De plus, chez tous les Infusoires étudiés, les matières solides ingérées sont toujours accompagnées dans la vacuole d'ingestion d'une certaine quantité de l'eau extérieure ; il y a aussi des différences très considérables dans la rapidité de la sécrétion de l'acide chez les diverses espèces et dans la nocuité pour chacune d'elles des substances chimiques ingérées.

Un chapitre spécial est consacré aux modifications générales des substances ingérées par les Protozoaires : nous y voyons que les Protozoaires étudiés digèrent les albuminoïdes animaux et végétaux : leur sécrétion vacuolaire brunit la chlorophylle sans la dissoudre ; quelques Infusoires modifient profondément dans leurs vacuoles l'amidon de pomme de terre, digèrent la matière zoogléaire et les membranes cellulaires de certaines bactériacées et cyanophycées, décolorent la phycocyanine et transforment en matière jaune bien soluble le pigment du *Thyocystis*.

M. Le Dantec pense que, chez les Amibes, « il n'y a pas, à proprement parler, défécation des résidus solides des matières ingérées depuis longtemps : ces matières semblent abandonnées simplement par un phénomène d'adhérence, par l'amibe qui rampe à la surface d'un corps quelconque » (p. 325). Il faut se garder, pensons-nous, d'étendre cette conclusion à tous les Rhizopodes, car les *Nuclearia*, si voisins des amibes, rejettent leurs résidus de la digestion pendant le stade de repos, d'une manière très régulière autour du corps, ce qui indique bien une véritable défécation.

Dans le quatrième et dernier chapitre, l'auteur étudie la nature de la sécrétion effectuée dans les vacuoles des Protozoaires ; une expérience faite sur le *Stentor cæruleus* ne peut guère s'expliquer que par l'absence de la diastase dans le protoplasma dépourvu de vacuoles ; les diastases se trouvent dans les vacuoles d'ingestion et l'eau extérieure joue, dans certains cas, un petit rôle dans leur apport aux vacuoles digestives.

Nous regrettons que l'auteur n'ait pas ajouté à son mémoire quelques planches en lithographie ; pour celui qui a étudié sur le

vivant et qui connaît les Protozoaires, la lacune est peu sensible; elle doit l'être beaucoup pour un assez grand nombre de lecteurs qui s'intéressent quand même à toutes les questions de biologie générale. P.-A. D.

Dr Goroschankin. — **Contribution à la connaissance de la morphologie et de la systématique des chlamydomonadinées.** Moscou, 1891.

Deux mémoires sont publiés : le premier donne une description très détaillée du *Chlamydomonas Braunii* Goros. ; la phase végétative, la conjugaison des gamètes, la fusion des noyaux, la germination des zygotes, le développement de formations palmelloïdes sont représentés dans deux magnifiques planches.

Le second mémoire qui a pour titre « *Chlamydomonas Reinhardi* (Dangeard) und seine verwandten » contient la description de neuf espèces que l'on peut distinguer au moyen de la table suivante, qui indique en même temps leurs particularités de structure.

1	Un pyrénoïde ; chromatophore entier . .	2
	Pas de pyrénoïdes; chromatophore perforé	*C. reticulata* Goros.
2	Deux flagellums.	3
	Quatre flagellums.	*C. multifilis* Fresenius.
3	Noyau au-dessus du pyrénoïde ; chromatophore en forme de coupe.	4
	Noyau au-dessous du pyrénoïde ; chromatophore souvent en forme d'anneau . .	*C. Kuteinikowi* Goros.
4	Deux vacuoles pulsatiles; zygote avec membrane lisse, rarement avec de petites éminences.	5
	Trois vacuoles pulsatiles ou davantage; zygote avec une membrane nettement épineuse étoilée.	*C. Perty* Goros.
5	Flagellum aussi long que le corps ou plus long.	6
	Flagellum plus court que le corps ; chromatophore souvent strié longitudinalement	*C. Steinii* Goros.
6	Tache rouge en forme de demi-sphère ou de disque ; pyrénoïde globuleux (1-3).	7
	Tache rouge en forme de bâtonnet ; pyrénoïde recourbé	*C. Braunii* Goros.

7	Pyrénoïde au milieu du corps ; rarement 2 ou 3	8
	Deux pyrénoïdes : l'un au-dessus, l'autre au-dessous du noyau.	*C. Metastigma* Stein.
8	Flagellum une et demie fois plus long que le corps ; aucune trace de membrane verruqueuse	9
	Flagellum de la longueur du corps ; membrane verruqueuse	*C. De Baryana* Goros.
9	Corps ovale, pyrénoïde souvent excentrique ; parfois deux ou trois groupés ensembles; zygote avec une membrane légèrement épineuse	*C. Ehrenbergii* Goros.
	Corps sphérique, rarement en forme d'ellipse ; un pyrénoïde postérieur ; zygote avec membrane lisse	*C. Reinhardi* Dangeard.

Le seul examen de ce tableau montre avec quel soin a été composée cette étude des *Chlamydomonas :* nous n'avons pas indiqué pour chaque espèce les synonymes qui parfois sont assez nombreux ; toutefois, nous devons faire remarquer qu'une espèce étudiée par nous aux environs de Caen sous le nom de *Chlamydomonas Morieri* se trouve désignée ici sous le nom de *C. Ehrenbergii :* le doute n'est pas possible, aussi la première appellation doit-elle avoir la priorité. De même le *Chlamydomonas Kuteinikowi* qui a le noyau placé au-dessous du pyrénoïde et un chromotophore différent de celui des autres espèces, devra-t-il se placer dans notre genre *Corbierea* ainsi que nous l'avons expliqué tout récemment (P.-A. Dangeard, Note sur les genres *Chlamydomonas* et *Corbierea. Le Botaniste*, 2e série, 6e fascicule, août 1891) !

P.-A. D.

C. von Tubeuf. — **La génération et le changement d'hôte des *Gymnosporangium* indigènes : leurs changements de forme** (*Centralbblat für Bacteriologie, und Parasitenkunde*, Bd IX, 1891).

Dans ce mémoire, l'auteur est arrivé, au moyen de semis, à conclure que la même espèce de *Gymnosporangium* peut donner diverses formes de *Roestelia ;* on ne peut donc accorder à ces dernières aucune valeur pour la détermination des espèces ; mais la structure des téleutospores et leur groupement fournissent de bons caractères.

Le *Gymnosporangium clavariæforme* se montre dans les premiers jours d'avril sous forme de mamelons allongés qui parfois

confluent ensemble; leurs spores sont longues et plus claires que dans les autres espèces; semées sur *Cratægus*, elles donnent un *Roestelia* de la forme *R. Cornuta*; sur *Sorbus Aucuparia* et sur *Cydonia vulgaris*, il se produit seulement des spermogonies; sur *Cratægus oxyacantha*, *grandiflora*, *sanguinea*, *nigra*, l'auteur a également obtenu la forme désignée sous le nom de *R. lacerata;* des semis faits dans les mêmes conditions sur *Pirus malus*, *Sorbus aria*, *Sorbus Chamæmespilus* n'ont donné aucun résultat.

D'après l'auteur, le *Gymnosporangium conicum* (juniperinum) est identique avec le *G. tremelloïdes* et c'est ce dernier nom qui doit avoir la préférence. Quant au *Gymnosporangium Sabinæ*, il ne se trouve en Allemagne que sur *Juniperus Sabina*. P.-A. D.

Dr S. Kitasato. — Recherches expérimentales sur le virus tétanique (*Zeitschrift für Hygiene.* X, p. 267).

M. Kitasato auquel revient l'honneur d'avoir isolé le premier le bacille du tétanos, a cherché dans le mémoire présent à préciser les propriétés physiques et chimiques du virus tétanique et à compléter ainsi les importants résultats obtenus dans leurs expériences précédentes par MM. Gaillard et Vincent (*Annales de l'Institut Pasteur*, V, p. 1).

Le virus tétanique sur lequel il expérimentait était privé de bactéries par filtration au moyen de la bougie Chamberland. M. Kitasato fait, en effet, observer avec raison qu'avant de chercher à isoler des cultures les poisons chimiques supposés en être l'agent actif, il faut commencer par déterminer exactement les propriétés toxiques de ces cultures. Ce n'est qu'après leur étude complète que l'on pourra, en comparant à leur action celle des différents corps chimiques que l'on en isolera, affirmer que c'est bien tel ou tel corps qui en est l'élément actif.

L'auteur commence par établir que la culture filtrée exerce absolument la même action tétanisante que la culture non privée de bacilles. Il s'agit donc bien d'une intoxication. Pour obtenir le maximum d'intensité, le bouillon de culture doit être neutre et très légèrement alcalin et avoir été fraîchement préparé. Les cultures faites dans du vieux bouillon (une semaine suffit déjà) sont, ensuite de modifications encore inconnues du terrain nutritif, beaucoup moins actives. Des trois espèces d'animaux employées, la plus sensible est le cobaye, ensuite vient la souris, puis le lapin. Les doses nécessaires pour amener la mort varient naturellement suivant l'âge des cultures, etc. En général, pour tuer une souris, il suffit de 0,00001 centimètre cube de culture filtrée, ce qui correspond à 0,00023 milligrammes de substance solide, dans laquelle se trouveraient cependant encore des parties inactives, telles que la cendre

et d'autres substances étrangères au virus tétanique. La quantité nécessaire de ce dernier seul, à l'état de pureté, serait donc encore moindre. La souris pesant 15 grammes environ, la dose mortelle serait de 0,0153 milligrammes par kilog. d'animal. Nous avons dit que le cobaye est plus sensible que la souris, ainsi tandis que dans une expérience il avait fallu pour tuer une souris 0,0002 centimètres cubes, il n'en fallut, pour tuer un cobaye pesant 565 grammes, que 0,002 centimètres cubes, au lieu de 0,008 centimètres cubes, chiffre qui correspondrait à son poids. Pour un lapin de 1,490 grammes il en fallut 0,04 centimètres cubes. Les symptômes tétaniques apparaissent au plus tard le troisième jour. Les animaux restés bien portants jusqu'au quatrième jour ne présentèrent jamais dans la suite de symptômes tétaniques. L'inoculation des organes, muscles, etc., d'animaux intoxiqués à d'autres souris restent sans effet. Par contre, le sang et le transsudat de la cavité thoracique donnent le tétanos Le poison pénètre donc dans la circulation. Jamais ce sang toxique ne donne de cultures, c'est donc bien un effet toxique et non pas bacillaire.

Le virus tétanique est assez sensible à la chaleur. A 65°, il est détruit en quelques minutes (5 minutes et quelquefois même moins). Il résiste 15 minutes à une température de 60°, mais, après 20 minutes, il a perdu son activité. Il résiste aussi 1 heure et quart à 55°, mais pas 1 heure et demie. Il résiste également à la dessiccation à la température de la chambre et dans un excicateur à l'acide sulfurique ; mais quand on le dessèche à l'étuve, à 37°, il devient inactif. Ce dernier fait engagea M. Kitasato à rechercher si cette température est néfaste aussi pour le liquide filtré et il constata en effet que, tenu à 35°-37°, il perd peu à peu de son activité (déjà après une semaine).

La lumière diffuse affaiblit aussi le virus tétanique après 9 à 10 semaines, il est cependant encore actif employé en doses fortes.

Le liquide filtré tenu à l'abri de la lumière est aussi actif après 300 jours que quand il est frais. La lumière directe du soleil le détruit en 15 à 18 heures.

L'auteur a également étudié l'action d'un très grand nombre (35) de substances chimiques sur le virus tétanique. En général, il se montra assez sensible à l'égard des acides et des alcalis. Le trichlorure d'iode et le crésol se montrèrent aussi assez actifs. Les sérums de sang de bœuf, de cheval, de veau, de mouton, de lapin, de rat et de cobaye n'exercent aucune action nuisible sur ce virus, car dilué en millième avec un de ces sérums il tue une souris aussi bien que quand il n'est pas dilué.

M. Kitasato chercha aussi à donner aux animaux un état réfractaire. La première méthode employée, celle de l'accoutumance au virus, ne permit pas de rendre les animaux réfractaires. Il se produit, il est vrai, une certaine accoutumance, mais jamais celle-ci

ne va jusqu'à conférer l'immunité. L'emploi de cultures atténuées par la chaleur ne donna pas non plus de meilleurs résultats. Par contre l'auteur réussit à conférer l'immunité à des lapins, du moins dans quelques cas (6 sur 15) par des injections de trichlorure d'iode. L'animal recevait 0,3 centimètres cubes de culture tétanique filtrée et de suite après à la même place 3 centimètres cubes d'une solution au centième de trichlorure d'iode, injection qui fut renouvelée toutes les 24 heures, jusqu'à ce que l'animal eût reçu 0,15 grammes de trichlorure d'iode. On nota quelques symptômes tétaniques, mais la guérison définitive, accompagnée d'une immunité parfaite s'ensuivit. En traitant l'animal d'avance par le trichlorure d'iode, M. Kitasato ne parvint à conférer l'immunité qu'une seule fois. Les lapins rendus réfractaires le restent pendant 2 mois au moins et ils supportent jusqu'à 5 centimètres cubes de cultures virulentes. Les souris et les cobayes ne supportent pas le trichlorure d'iode; on ne peut donc pas leur conférer l'immunité par ce moyen. Par contre, les souris deviennent réfractaires quand on leur injecte dans la cavité abdominale de 0,2 à 0,5 centimètres cubes de sérum de sang d'un lapin vacciné. Le sang produit le même effet. On peut même, par des injections de sérum, amener la guérison, quand on attend que la maladie se soit déjà déclarée. Le sérum paraît agir en détruisant le virus, car quand on mêle 5 centimètres cubes de sérum à 1 centimètre cube de culture filtrée très virulente, le mélange perd toute son activité. Tenu dans l'obscurité et au froid, le sérum ne conserve ses propriétés que pendant une semaine au plus. Le sérum de lapin non vacciné, au contraire, n'a aucun effet. L'immunité des souris vaccinées dure de 40 à 50 jours. Chose curieuse, le sérum de sang d'animaux naturellement réfractaires (la poule est dans ce cas), ne confère aucune immunité. Dix poules reçurent de nombreuses injections de cultures tétaniques qui furent répétées jusqu'à ce que chaque poule eût reçu 15 centimètres cubes de culture, et 3 autres furent en même temps traitées au trichlorure d'iode. Aucun de ces animaux ne manifesta les moindres symptômes tétaniques. Traitées avec le sérum de ces différentes poules et inoculées ensuite avec des bacilles du tétanos, 10 souris succombèrent sans exception au tétanos. On voit par cela qu'il y a une différence, inexpliquée jusqu'ici, entre le sérum de l'animal naturellement réfractaire et celui de l'animal rendu artificiellement réfractaire. Ce n'est pas le trichlorure d'iode qui a passé dans l'organisme de l'animal vacciné par ce moyen qui est en cause ici, puisque même le sérum des poules ayant reçu le trichlorure d'iode se montrait inefficace. Ce point spécial est actuellement l'objet de nouvelles recherches de la part de M. Kitasato.

E. F.

OBSERVATOIRE MUNICIPAL DE MONTSOURIS

BULLETIN MENSUEL D'ANALYSE MICROGRAPHIQUE

Analyse de l'air de Paris (Hôtel de ville), *Juin* 1891

DÉSIGNATION des SEMAINES	MICROPHYTES par m. c.		DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES				MALADIES	
	BACTÉRIES	MOISISSURES	TEMPÉRAT. moyenne	PLUIE — Hauteur en millimètr.	VENT Direction moyenne	VENT Force moyenne	ZYMOTIQUES [1]	SAISONNIÈRES [2]
N° 22 du 1 Juin au 7 Juin 1891 . . .	8.000	2.000	16°,6	33mm,0	Var.	10km,2	130	104
N° 23 » 8 » » 14 » » . . .	10.600	1.830	14 ,0	24 ,6	N	10 ,1	135	109
N° 24 » 15 » » 21 » » . . .	12.700	670	17 ,0	0 ,0	N	11 ,1	127	95
N° 25 » 22 » » 28 » » . . .	18.600	2.180	11 ,1	7 ,2	SW	11 ,2	163	116
» » » » » . . .	»	»	»	»	»	»	»	»
MOYENNE ET TOTAUX	12.480	1.670	16°,7	64mm,8	Var.	10km,6	555	424
ANNÉE MOYENNE	»	»	»	»	»	»	»	»

OBSERVATIONS. — [1] Sous la rubrique *maladies zymotiques* sont comprises : les fièvres éruptives, la fièvre typhoïde et l'atrepsie (choléra infantile). — [2] Au nombre des *maladies saisonnières* ne sont comptées que les affections aiguës des poumons (Bronchite aiguë, Broncho-pneumonie et pneumonie.

Analyse de l'air des égouts (*Moyenne générale*)

Juin 1891. Bactéries = 825 Moisissures = 2.625 Température = 14°.8

Analyse de l'air au Parc de Montsouris

Juin 1891. Bactéries = 132 Moisissures = 84 Température = 16°,7

Analyses des eaux de Paris et d'autres provenances, *Juin* 1891

DÉSIGNATION DES EAUX	MOYENNES MENSUELLES DES BACTÉRIES PAR C.M.C.		TEMPÉRAT.	OBSERVATIONS
	Juin 1891	Année moyenne		
1° Eaux de Source				
Eau de la Vanne à Montrouge.	1.500	800	»	Canalis. = 600 bactéries.
» de la Dhuis à Ménilmontant.	2.950	1.890	»	Canalis. = 3.500 »
» » »	»	»	»	»
2° Eaux de Rivières				
Eau de la Marne à Saint-Maur.	30.000	36.300	17°,0	»
» de la Seine à Ivry	81.000	32.500	17°,5	»
» de la Seine au pont d'Austerlitz	95.000	44.500	»	Hauteur = 1m,60
» de la Seine au pont de l'Alma.	160.000	111.700	»	»
» d'autres provenances	»	»	»	»
3° Eaux de Canal				
Eau de l'Ourcq à la Villette.	30.000	53.300	»	»
» d'autres provenances	»	»	»	»
4° Eaux de Puits				
Puits Guénégaud à Paris	5.000	»	»	»
» Prévost à Mesly (Créteil)	1.000	»	»	»
5° Eaux de Drainage				
Drain de Saint-Maur	5.000	2.340	»	»
Moulin de Cage	20.000	7.945	»	»
6° Eaux d'égout				
Eaux des collecteurs de Paris	21.000.000	13.800.000	»	»
7° Eaux de vidanges				
Eau du dépotoir de l'Est	11.000.000	36.715.000	»	»
» » traitée à Bondy	»	72.900	»	»

OBSERVATOIRE MUNICIPAL DE MONTSOURIS

BULLETIN MENSUEL D'ANALYSE MICROGRAPHIQUE

Analyse de l'air de Paris (Hôtel de ville), *Juillet* 1891

DÉSIGNATION des SEMAINES	MICROPHYTES par m. c.		DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES				MALADIES	
	BACTÉRIES	MOISISSURES	TEMPÉRAT. moyenne	PLUIE — Hauteur en millimèt.	VENT Direction moyenne	VENT Force moyenne	ZYMOTIQUES [1]	SAISONNIÈRES [2]
N° 26 du 29 Juin au 5 Juillet 1891 . .	29.300	2.670	19°,4	10mm,7	SW	9km,3	149	92
N° 27 » 6 Juillet » 12 »	26.170	1.830	16 ,7	15 ,5	W	15 ,6	134	102
N° 28 » 13 » » 19 » . . .	28.800	1.200	19 ,3	10 ,5	NE	13 ,2	168	89
N° 29 » 20 » » 26 » . . .	9.000	1.000	17 ,0	4 ,4	SW	11 ,8	134	60
N° 30 » 27 » » 2 Août	15.500	2.500	16 ,7	20 ,9	SW	14 ,6	172	70
MOYENNES ET TOTAUX	21.750	1.840	17°,8	62mm,0	SW	12km,9	757	413
ANNÉE MOYENNE	»	»	»	»	»	»	»	»

OBSERVATIONS. — [1] Sous la rubrique *maladies zymotiques* sont comprises: les fièvres éruptives, la fièvre typhoïde et l'atrepsie (choléra infantile). — [2] Au nombre des *maladies saisonnières* ne sont comptées que les affections aiguës des poumons (Bronchite aiguë, Broncho-pneumonie et pneumonie).

Analyse de l'air des égouts (*Moyenne générale*)

Juillet 1891. Bactéries = 8.000 Moisissures = 7.000 Température = 16°,0

Analyse de l'air au Parc de Montsouris

Juillet 1891. Bactéries = 485 Moisissures = 228 Température = 17°,8

Analyses des eaux de Paris et d'autres provenances, *Juillet* 1891

DÉSIGNATION DES EAUX	MOYENNES MENSUELLES DES BACTÉRIES PAR C.M.C.		TEMPÉRAT.	OBSERVATIONS
	Juillet 1891	Année moyenne		
1° Eaux de Source				
Eau de la Vanne à Montrouge.	1.150	800	»	Canalis. = 700 bactéries
» de la Dhuis à Ménilmontant.	1.650	1.890	»	Canalis. = 1.600 »
» du réservoir d'Aguesseau (Trouville) . .	256	»	»	»
2° Eaux de Rivières				
Eau de la Marne à Saint-Maur.	105.000	36.300	19°,9	»
» de la Seine à Ivry	21.500	32.500	20°,1	»
» de la Seine au pont d'Austerlitz . . .	41.000	44.500	»	Hauteur = 1m.04
» de la Seine au pont de l'Alma	70.000	111.700	»	»
» de la Seine à Sèvres	106.000	»	»	»
3° Eaux de Canal				
Eau de l'Ourcq à la Villette	51.000	53.300	»	»
» d'autres provenances.	»	»	»	»
4° Eaux de Puits				
Puits rue Princesse.	17.000	»	»	»
» Mousseau à Maisons-Alfort	13.000	»	»	»
5° Eaux de Drainage				
Drain de Saint-Maur	1.200	2.340	»	»
Drain d'Asnières	3.000	410	»	»
6° Eaux d'égout				
Eaux des collecteurs de Paris	27.500.000	13.800.000	»	»
7° Eaux de vidanges				
Eau du dépotoir de l'Est	»	36.715.000	»	»
» » traitée à Bondy.	»	72.900	»	»

BIBLIOGRAPHIE

Dr Henri van Heurck. — **Le microscope, sa construction, son maniement, la technique microscopique en général, la photomicrographie, le passé et l'avenir du microscope** (4e édition, un volume grand in-8, 324 pages, avec une planche en phototypie et 227 figures intercalées dans le texte, 1891. A Anvers, chez l'auteur et à Bruxelles chez F. Ramlot, éditeur, rue Grétry).

Cet ouvrage si estimé du Dr H. van Heurck vient d'atteindre sa quatrième édition ; il se présente au lecteur luxueusement édité, considérablement augmenté et mis au courant des conquêtes les plus récentes du microscope.

Les *Annales de micrographie* n'ayant pas encore eu l'occasion de parler de cet important traité, elles doivent lui consacrer une analyse aussi complète que possible, digne en un mot de l'œuvre due à la plume du sympathique Directeur du Jardin Botanique d'Anvers.

Montaigne avait épigraphié ses pensées par cette phrase restée célèbre : *Cecy est un livre de bonne foy;* nous pouvons dire de l'ouvrage du Dr H. van Heurck : ceci est un véritable précis du microscope ; en effet, il ne ressemble en rien à beaucoup d'ouvrages décorés de ce nom, bourrés de descriptions indigestes, où les auteurs prouvent au lecteur qu'ils sont fort au-dessous de la tâche qu'ils ont entreprise quand ils ne démontrent pas aux yeux les moins clairvoyants qu'ils ignorent à peu près complètement les sujets qu'ils veulent enseigner aux autres.

Sans se laisser distraire du but poursuivi, qui est l'étude du microscope sous toutes ses faces, le Dr H. van Heurck aborde d'emblée, servi par une expérience de plus de trente ans, la description des diverses parties de l'admirable instrument auquel nous devons de si mémorables découvertes.

Il n'y a pas plusieurs manières d'écrire un traité du microscope ; il faut, dans ce travail difficile, suivre une marche systématique presque tracée à l'avance ; rappeler tout d'abord, les théories d'optique sur lesquelles cet appareil est basé ; l'optique géométrique est une des premières étapes faciles à parcourir ; puis vient l'optique supérieure indispensable à connaître et qu'on ne peut suffisamment posséder qu'après avoir consacré un nombre de mois respectables à apprendre et surtout à comprendre les

remarquables découvertes de Grimaldi, de Fresnel, de Young, d'Huyghens et d'Arago ; ce n'est qu'à ce prix qu'on peut aborder fructueusement l'étude de la vision microscopique et les théories qui guident actuellement les constructeurs dans la fabrication des puissants objectifs. C'est dans l'introduction de son ouvrage que le savant professeur du Jardin Botanique d'Anvers traite ces questions fondamentales avec toute la simplicité et la lucidité désirables. Le reste du volume est divisé en cinq livres.

Le premier a pour titre : *Le microscope composé et ses parties accessoires*. Le microscope composé y est brièvement décrit dans son ensemble ; puis commence l'étude de ses parties essentielles : les objectifs et les oculaires.

Les objectifs sont aujourd'hui fort nombreux ; on emploie suivant les cas : des objectifs à sec, à sec et à correction, à immersion à eau, à immersion homogène, les objectifs apochromatiques, à grande ouverture, etc... Tous méritent d'être décrits avec soin, et nous pouvons affirmer que le Dr H. van Heurck s'acquitte de cette tâche avec toute la compétence désirable.

Le savant comme l'amateur ont besoin de pratiquer quelques essais pour juger de la bonté du pouvoir définissant des objectifs du microscope. Si c'est à l'œuvre qu'on connaît l'artisan, c'est à la pureté des images que les objectifs fournissent des tests délicats et difficiles à résoudre, qu'on peut apprécier leurs qualités. M. le Dr H. van Heurck, qui s'occupe depuis longtemps, avec succès, de recherches sur la définition des stries des valves des diatomées, ne pouvait laisser passer cette occasion sans parler de cette partie de ses travaux et sans nous montrer les résultats réellement magnifiques qu'il a obtenus sur la structure de ces algues inférieures, résultats qui sont très bien reproduits par la planche en phototypie qui accompagne son ouvrage. On y voit, effectivement, fortement amplifiées les lignes transversales et les perles de l'*Amphipleura pellucida*, les vides hexagonaux du *Pleurosigma angulatum*, les perles du *Surirella gemma*, de la *Van Heurckia crassinervis*, et enfin le dix-neuvième groupe du test de Nobert qui renferme 4,443 lignes gravées au diamant dans 1 millimètre.

Après les objectifs, les oculaires font l'objet d'une étude très attentive, dans laquelle il est parlé, comme on devait s'y attendre, des oculaires à projection, dont l'usage se généralise en photomicrographie.

Les platines du microscope, les mouvements lents et rapides, l'éclairage, les diaphragmes, les condensateurs, notammment celui du professeur Abbe, le condensateur apochromatique si rare et d'un prix si élevé de Powell et Lealand, sont successivement passés en revue avec les accessoires divers : les micromètres objectifs et oculaires, les chambres claires, les révolvers, les tubes pour vision binoculaire, les divers appareils d'éclairage au pétrole, au gaz et



à l'électricité, qui sont d'un usage journalier dans la pratique du micrographe.

Le livre II : *Les microscopes simples et les microscopes à projection*, est très court, ces appareils étant utilisés pour des recherches spéciales, soit pour les dissections fines, soit pour les cours faits devant un grand nombre d'auditeurs.

Le livre III : *Sur l'emploi du microscope*, était, à notre sens, très difficile à écrire, d'abord parce qu'un pareil sujet ne peut être abordé sans que l'auteur puisse se dispenser de l'accompagner de conseils sur l'hygiène de l'observateur, sur le choix de l'éclairage, et ensuite sur l'achat d'un instrument. Il faut donc, en outre d'une grande expérience personnelle, faire preuve d'un véritable talent diplomatique pour ne pas froisser la susceptibilité des constructeurs. L'ordre choisi pour la description des microscopes des opticiens contemporains les plus renommés a été l'ordre alphabétique. Le lecteur voit passer successivement devant ses yeux les divers microscopes de R. et J. Beck, de Londres ; de L. Bénéche, de Berlin ; de Bézu et Hausser, de Paris ; d'Arthur Chevalier, de Paris ; de Hartnack, de Postdam ; de Leitz, de Wetzlar ; de Nachet, de Paris ; de Powell et Lealand, de Londres ; de Carl Reichert, de Vienne ; de Ross et C[ie], de Londres ; de V. et H. Siebert, de Wetzlar ; de H. R. Spencer, d'Amérique ; de J. Swift et Son, de Londres ; de Watson et Sons, de Londres, et enfin de Carl Zeiss, d'Iéna. Le troisième livre se termine par un chapitre des plus intéressants sur la photomicrographie, où l'auteur peut se considérer avec un légitime orgueil comme ayant été un des photomicrographes de la première heure. D'ailleurs, il ne manque pas, avec l'esprit de justice qui règne dans tout son ouvrage, de rendre ce qui est dû aux savants humbles et respectables qui, comme le D[r] Maddox, en dehors de toute ressource officielle firent plus en quelques années pour la photomicrographie qu'il n'en a été fait depuis un quart de siècle. Nous nous rappellerons toujours avec une certaine émotion notre visite à Gunersburry (Middlesex) où il nous fut donné de voir les appareils simples et pratiques du D[r] Maddox ; de remarquer que le peu de confortable de ces installations était grandement racheté par leur ingéniosité ; nous y vîmes également les premières plaques au gélatino-bromure, et il est triste à penser que quelques médailles seules sont restées la récompense de cette belle découverte, alors que les industriels qui l'exploitent récoltent annuellement plusieurs millions (1).

On ne saurait parler de la photomicrographie sans exposer dans leurs détails les divers instruments qui sont aptes à produire et à

---

(1) Depuis que ces lignes sont écrites, nous avons appris, comme on le verra plus loin, qu'une souscription allait être ouverte en l'honneur du D[r] Maddox, inventeur des glaces au gélatino-bromure.

fixer les images des objets microscopiques. C'est ainsi que nous voyons figurer les instruments construits dans ce but par Nachet, Reichert, Zeiss, par l'auteur auquel on en doit au moins un d'une extrême simplicité comme d'une extrême stabilité. L'appareil si complet et si précis de Pringle méritait une mention spéciale et une figuration que le lecteur sera bien aise de trouver dans l'ouvrage du Dr H. van Heurck.

Le livre IV: *Notions générales sur la préparation des objets microscopiques*, où sont décrites les façons de confectionner les préparations, les appareils spéciaux pour pratiquer les coupes (microtômes), les procédés de coloration, etc., vient heureusement compléter les trois livres précédents ; mais on sent que déjà la tâche de l'auteur est remplie, et que tous ces détails de technique microscopique sont placés dans l'ouvrage pour le parachever et pour que les élèves et les praticiens puissent les y consulter sans avoir recours aux traités plus spécialement affectés à ces sujets.

Le livre V : *Le microscope dans le passé et dans l'avenir*, comme son titre l'indique, contient une étude rétrospective du microscope, étape par étape, depuis la sortie du néant de cet instrument d'optique jusqu'à aujourd'hui. Le tube de Zacharias Janssen pourra paraître naïf à beaucoup de lecteurs ; il n'en constitue pas moins le premier microscope composé, et, les splendides instruments qu'on possède aujourd'hui doivent en toute humilité se reconnaître les enfants polis du tube grossier de Janssen donnant à peine une amplification de 6 à 7 diamètres.

Dans la dernière partie du livre V, le Dr H. van Heurck donne la parole au Dr Czpsaki, sur l'avenir du microscope. Ce savant allemand, dans une lettre très remarquablement écrite clôture l'ouvrage si bien fait dont nous n'avons donné qu'une pâle analyse.

Un traité qui a eu quatre éditions n'a guère besoin d'être recommandé au public ; c'est parce que le public le connaît et l'apprécie que ses éditions se succèdent et s'épuisent rapidement. Il est bien peu de bibliothèques scientifiques qui ne possèdent pas l'ouvrage du Dr H. van Heurck ; celles où il ferait défaut ne laisseront pas passer l'occasion d'acquérir cette nouvelle édition qui est un véritable monument élevé à la gloire de la science microscopique.

Dr M.

PUBLICATIONS RÉCENTES

PROTOPHYTES ET BACTÉRIES

A. Villiers. — Sur la fermentation de la fécule par l'action du ferment butyrique (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXII, p. 536).

A. d'Arsonval. — Emploi de l'acide carbonique liquéfié pour la filtration et la stérilisation rapide des liquides organiques (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXII, p. 667).

V. Martinand et Rietsch. — Des microorganismes que l'on rencontre sur les raisins mûrs et de leur développement pendant la fermentation (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXII, p. 736).

L. Cayeux. — De l'existence des Diatomées dans le Landénien inférieur du nord de la France et de la Belgique (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXII, p. 969).

Prilleux et Delacroix. — Le champignon parasite de la larve du hanneton (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXII, p. 1079).

Le Moult. — Le parasite du hanneton (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXII, p. 1081).

A. Giard. — L'*Isaria*, parasite de la larve du hanneton (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXII, p. 1270).

L. Trabut. — Sur une maladie cryptogamique du Criquet pèlerien (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXII, p. 1383).

J. Kunckel d'Herculais et Ch. Langlois. — Les champignons parasites des acridiens (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXII, p. 1465).

A. Giard. — Sur les Cladosporiées entomophytes, nouveau groupe de champignons parasites des Insectes (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXII, p. 1518).

Aimé Girard. — Sur la destruction du *Peronospora Schachtii* de la betterave à l'aide des composés cuivriques (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXII, p. 1523).

L. Vaillard et H. Vincent. — Contribution à l'étude du tétanos (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 1).

J. Bardach. — Recherches sur les fonctions de la rate dans les maladies infectieuses (deuxième mémoire) (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 40).

C. Gessard. — Des races du bacille pyocyanique (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 65).

Péré. — Contribution à l'étude des eaux d'Alger (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 79).

S. Winogradsky. — Recherches sur les organismes de la nitrification (quatrième mémoire) (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 92).

F. Elfing. — Sur une action directrice qu'exercent certains corps sur les tubes sporangifères de *Phycomyces niteus* (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 101).

Ém. Laurent. — Recherches sur les nodosités radicales des légumineuses (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 105).

Just-Chr. Holm — Sur les méthodes de culture pure et spécialement sur la culture sur plaques de M. Koch et la limite des erreurs de cette méthode (*Comptes rendus du Laboratoire de Carlsberg*. Copenhague, 1891).

Émil-Chr. Hansen. — Qu'est-ce que la levure pure de M. Pasteur? Recherche expérimentale (*Comptes rendus du Laboratoire de Carlsberg*. Copenhague, 1891).

Émil-Chr. Hansen. — Recherche sur la morphologie et la physiologie des ferments alcooliques (*Comptes rendus du Laboratoire de Carlsberg*. Copenhague, 1891).

Mme O. Metchnikoff. — Contribution à l'étude de la vaccination charbonneuse (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 145).

E. Roux. — Sur un régulateur de température applicable aux étuves (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 158).

F. Le Dantec. — Recherches sur la digestion intra-cellulaire chez les protozoaires (2e partie) (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 161).

G. Limousin. — Action de l'acide sulfureux sur quelques champignons inférieurs et en particulier sur les levures alcooliques (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 171).

A. Bruce et A. Loir. — Les maladies du bétail en Australie, (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 177).

NOUVELLES

— Nous venons d'apprendre avec le plus vif plaisir que M. P.-A. Dangeard, l'un de nos collaborateurs les plus distingués, directeur et fondateur du journal si estimé *Le Botaniste*, vient d'être nommé Maître des conférences de botanique à la Faculté des sciences de Poitiers.

— Le *British Journal of Photography* publie dans ses derniers numéros, de nombreuses lettres dans lesquelles il est question d'ouvrir une souscription en faveur du docteur Maddox, l'inventeur des glaces au gélatino-bromure et auquel on doit de si belles recherches sur les corpuscules organisés de l'atmosphère, sur l'histologie et la photomicrographie. On nous informe que cette souscription sera *universelle* et que déjà, dans les diverses contrées de l'ancien et du nouveau continent, des Comités sont en voie de formation pour s'adresser à ceux qui ont profité de la découverte des glaces au gélatino-bromure et en obtenir un témoignage de gratitude digne des services rendus par ce savant infortuné aux sciences photographiques.

— Un des plus fervents adeptes de l'application du microscope aux sciences d'observations, M. John Mayall, vient de mourir à Londres. Il était secrétaire de la Société de micrographie. Ses conférences à la Société des arts sur l'histoire et les perfectionnements du microscope ont été fort appréciées dans le monde savant et dénotent un profond esprit de recherches. On lui doit également la traduction en anglais du grand traité de microscopie de Schwendener et Nægeli.

L'Éditeur-Gérant,
GEORGES CARRÉ.

Tours. — Imprimerie DESLIS FRÈRES

ANNALES
DE MICROGRAPHIE

ÉTUDE SUR LA FERMENTATION AMMONIACALE ET SUR LES FERMENTS DE L'URÉE (*suite*) (1)

Par le Dr P. MIQUEL

§ III. — Description des espèces

Urobacillus δ

Cet organisme est très répandu dans les eaux sales ; je l'ai maintes fois rencontré dans les eaux d'égouts et de vidanges, plus rarement dans les eaux de la Seine, de la Marne et du Canal de l'Ourcq ; exceptionnellement on le trouve dans les eaux de sources, et, depuis depuis trois ans que j'analyse les poussières atmosphériques au moyen de plaques de gélatine chargée d'urée dans le but d'établir la statistique des ferments ammoniacaux répandus dans l'atmosphère, il ne m'a été donné de l'y découvrir que huit fois.

Pour isoler l'*Urobacillus* δ des microbes des eaux impures, on chauffe ces dernières pendant plusieurs heures entre 65° et 70°, puis on étudie successivement les colonies auréolées de cristaux nées sur des plaques fabriquées en mélangeant un demi-gramme des eaux chauffés avec de la gélatine contenant 20 grammes d'urée par 1000 centimètres cubes. On ne s'attardera pas, dans ce cas particulier, à examiner les colonies restées à peu près invisibles et entourées d'un brouillard de cristaux s'étendant au loin dans le *substratum* ; nous savons que ces colonies sont constituées habituellement par les *Urobacillus Pasteurii* et *Duclauxii*,

(1) Voir les *Annales de Micrographie* : tome I, pages 414, 470, 506, 552 ; tome II, pages 13, 53, 122, 145, 367, 488, et tome III, pages 275, 305.

c'est-à-dire par des ferments d'une très grande activité ; on examinera de préférence les colonies plus grosses sphériques, auréolées à une faible distance, et dont la couleur devient grisâtre au bout d'une semaine d'attente.

Je dois signaler un fait qui complique parfois la diagnostic : j'ai reconnu que toutes les colonies entourées de cristaux à brève échéance ne sont pas nécessairement des ferments ammoniacaux, — je parle des colonies vulgaires, nées collectivement avec ces ferments sur une même plaque de gélatine chargée d'urée. Il arrive, en effet, parfois, que la présence d'une espèce urophage, devenue une source d'ammoniaque, suffit pour provoquer, à plusieurs centimètres d'elle, la formation de substances cristallisées autour de colonies sécrétant soit des acides, soit d'autres corps capables de s'unir avec l'ammoniaque pour donner des combinaisons cristallisées.

Dans ce cas, l'observateur se trouve momentanément embarrassé, mais, en examinant ces cristaux, qui, distribués autour des colonies vulgaires, n'ont pas la forme d'haltères, et en semant l'organisme sur de la gélatine chargée d'urée qui ne doit pas, après développement, s'entourer d'un brouillard cristallin, la question de savoir si l'on a ou non affaire à un ferment de la carbamide se trouve parfaitement résolue. Quand, au contraire, une auréole apparaît au bout de quelques jours autour des piqûres ayant donné naissance à une espèce bacillaire à développement luxuriant, pouvant produire la fermentation de l'urine en 4 à 5 jours, on se trouve très probablement en présence de l'organisme δ.

L'urobacille δ cultivé dans les milieux liquides contenant de l'urée se présente au microscope sous l'aspect de bacilles immobiles, de 1 μ environ de large, sur 5 à 8 μ de long. L'espèce, bien que formée d'articles le plus souvent réunis deux à deux, se présente groupée irrégulièrement en petits tas de bâtonnets.

Semé à l'état de pureté dans de l'urine normale filtrée à travers la porcelaine, ce bacille y acquiert, dès le lendemain un grand développement ; le liquide est devenu trouble avant même que son acidité ait complètement disparu ; le surlendemain, le trouble est intense, et l'alcalinité devient manifeste ; on voit se former au sein de la liqueur

des dépôts grumeleux et caillebotés qui se joignent aux sédiments précipités pour former au fond du vase une boue légèrement visqueuse ; plus tard, l'urine acquiert une couleur rouge foncé et récupère sa limpidité première quand la fermentation est achevée.

Dans les urines artificielles, on observe, de même, prématurément la formation de dépôts grumeleux dont le volume est loin d'atteindre ceux qu'on observe dans les urines stérilisées à froid et à 110°.

L'*Urobacillus* δ croît très aisément dans la gélatine simplement peptonisée ; le succès de ses cultures dans ce milieu est toujours certain. A l'endroit de chaque piqûre, on voit se former, dès le lendemain, un trait blanc qui devient de plus en plus dense, se mamelonne et brunit fortement en vieillissant. A la surface de la gélatine, au point où le fil de platine a pénétré, il se produit un bouton parfaitement arrondi qui augmente de volume et acquiert parfois en hauteur des dimensions supérieures à son diamètre transversal. Ce bouton ressemble alors, ou à un petit œuf pénétrant du tiers de sa pointe dans la gélatine, ou à une sphère posée sur la piqûre. L'*Urobacillus* δ présente à peu près sur la gélatine ordinaire les formes qu'il a dans les cultures liquides ; il y produit en abondance des spores très réfringentes, légèrement elliptiques.

Sur la gélatine chargée d'urée, l'aspect des cultures de ces microorganismes est un peu différent : d'abord apparaît dans le trajet du fil de platine un trait blanc et bien nourri qui s'entoure dès le deuxième jour d'une atmosphère cylindrique de cristaux. Après 10 à 15 jours de végétation à 20°, le *substratum* se liquéfie régulièrement autour de la piqûre en déterminant un puits au fond duquel l'espèce s'abîme dans un liquide très visqueux ; ce puits est cylindrique et comme taillé à l'emporte-pièce ; il s'agrandit dans ses dimensions diamétrales avec une excessive lenteur. Le ramollissement général de la gélatine est souvent très avancé, avant que la gélatine soit liquéfiée par le fait de la végétation du microbe.

L'*Urobacillus* δ croît très bien dans le bouillon peptonisé ordinaire, où il provoque un louche léger manifeste, après 24 heures. Le trouble s'accentue et devient considé-

rable au bout de 5 à 6 jours; à ce moment, on peut constater, par litre de bouillon, si l'affux de l'air a été suffisant à la surface de la culture, une quantité d'urase pouvant décomposer 18 à 20 grammes d'urée pure en moins d'une heure.

Fermentation provoquée par l'Urobacillus δ. — J'ai dit plus haut qu'il fallait environ 4 à 5 jours à ce microbe pour déterminer la décomposition de l'urée des urines normales; je dois ajouter, cependant, que si les urines contiennent de 25 à 30 grammes d'urée, la décomposition totale de cette dernière substance reste souvent incomplète. Suivant la nature des urines, la fermentation prend d'ailleurs des allures plus ou moins rapides, en rapport avec la plus ou moins grande quantité et toxicité des matériaux excrétés, dissous, en quantité si variable, dans ce liquide animal. Ces perturbations, peu sensibles quand on use de ferments très actifs, deviennent beaucoup plus évidentes quand les organismes urophages appartiennent à la classe des espèces peu actives.

Je donne dans le tableau suivant la marche de la disparition de l'urée dans l'urine artificielle choisie pour type, ce qui nous permet d'apprécier la vitesse de l'hydratation de l'urée et de poser les bases d'un diagnostic entre cette espèce et les bacilles déjà étudiés.

Urine artificielle chargée de 20 grammes d'urée par litre

	Urée disparue par litre					
	I	II	III	IV	V	VI
Ap. 24 heures	1gr9	1gr2	2gr7	1gr1	3gr4	1gr5
» 2 jours	5 6	4 3	5 3	3 3	8 2	3 8
» 3 »	9 3	8 1	10 2	8 6	13 0	8 3
» 4 »	14 1	12 9	14 4	13 5	16 9	12 7
» 5 »	18 0	17 1	18 6	18 1	19 0	16 4
» 6 »	20 0	19 8	19 9	19 9	20 0	19 3

Pendant les 24 heures qui suivent l'ensemencement, la disparition de l'urée est à peu près nulle; c'est surtout de la fin du premier jour à la fin du cinquième que s'effectue l'hydratation de la majeure partie de la carbamide contenue dans l'urine artificielle. Dans les conditions qui viennent

d'être spécifiées, c'est, environ, 108 heures que dure l'acte fermentaire, ce qui donne 0 gr. 18 pour le poids de l'urée détruite par heure.

Ensemencé dans les milieux chargés de 30 à 40 grammes d'urée par litre, l'*Urobacillus* δ acquiert, dès l'abord, un développement botanique qui fait présager une fermentation active, il n'en est rien; c'est à peine si on constate parfois au bout de 15 jours la disparition de 7 à 8 grammes d'urée dans ces solutions concentrées d'amide carbonique.

Avec les urines artificielles riches de 30 p. 1000 d'urée, le poids du carbonate d'ammoniaque formé peut correspondre à la disparition de 28 grammes d'urée, mais cette limite maximum est rarement atteinte ; les analyses accusent habituellement des chiffres oscillant entre 18 et 24 grammes.

Je n'ai pas étudié l'action des antiseptiques sur cette espèce peu importante; cependant, j'ai calculé le degré de résistance de ses spores à la chaleur : c'est entre 93 et 96° qu'elles meurent, après avoir subi pendant 2 heures l'action de cette température dans l'eau distillée. Quant au degré de chaleur le plus favorable à la multiplication de l'urobacille δ, il est voisin de la température normale du corps humain. Ce microbe peut aussi faire fermenter aisément les urines à 40 et même 41°.

En résumé, cette espèce se distingue des précédentes:

1° Par son faible pouvoir hydratant, qui s'exerce à raison d'une destruction de 0 gr. 18 d'urée par heure;

2° Par la facilité avec laquelle elle croît dans les milieux nutritifs les plus divers;

3° Par le développement toujours considérable qu'elle acquiert dans ces mêmes milieux et l'aspect des cultures.

Urobacillus ε.

Ce ferment très peu actif de l'urée a été trouvé pour la première fois dans un échantillon d'eau de l'Ourcq, chauffée 48 heures vers 60° ; depuis, il a été rencontré dans les

eaux d'égouts et les eaux de vidanges traitées à Bondy ; mais jusqu'ici, il n'a pu être retiré de l'atmosphère, ni des eaux de sources ; les eaux des drains de la prairie des filtres de la ville de Toulouse l'ont, au contraire, présenté à plusieurs reprises.

L'*Urobacillus* ε est formé de filaments longs, rigides, immobiles, d'une largeur supérieure à 1 μ (1, 2 μ à 1, 3 μ). Dans les cultures ne contenant pas d'urée, sa longueur peut surpasser 20 et 30 μ ; dans les urines devenus ammoniacales, ce bacille s'amincit notablement, il sécrète de bonne heure une substance muqueuse qui l'englobe et l'encapsule.

Largement ensemensé dans les urines normales, ce bacille y provoque une fermentation à peine appréciable au bout de quatre jours ; après deux semaines, ces liquides sont trouvés fortement alcalins, mais la quantité d'urée décomposée dépasse rarement plus de 7 à 8 grammes par litre de liquide.

Urine normale stérilisée à froid

	Urée décomposée par litre		
	I	II	III
Après 2 jours . . .	liquide acide	liquide acide	liquide acide
» 3 » . . .	id.	0 gr 6	id.
» 4 » . . .	1 gr 3	1 8	1 gr 1
» 5 » . . .	1 9	2 3	2 0
» 10 » . . .	3 4	4 9	3 8
» 15 » . . .	6 1	6 7	5 9
» 20 » . . .	6 8	7 1	5 8

Ces sortes de fermentations ammoniacales ressemblent beaucoup aux hydratations provoquées par les mucédinées. Je citerai, au nombre de ces champignons, un *Penicillium* à spores elliptiques blanches, dont le mycélium fournit, en végétant dans les milieux sucrés chargés d'urée, des fermentations à peu de choses près identiques.

Si l'on veut bien comparer le tableau précédent avec les deux premières expériences du tableau reproduit ci-après, l'analogie que je signale apparaîtra dans toute son évidence.

	Urée disparue par litre			
	Dans l'urine normale neutralisée, stérilisée à froid		Dans l'urine minérale sucrée neutralisée, stérilisée à froid	
	I	II	I	II
Après 2 jours	acide	neutre	1 gr 0	1 gr 3
» 3 »	1 gr 3	0 gr 9	1 8	1 5
» 4 »	2 4	1 3	2 1	2 7
» 5 »	3 1	2 4	3 4	»
» 10 »	4 6	4 9	7 2	6 3
» 15 »	5 7	5 7	7 9	7 4
» 20 »	6 3	5 9	7 9	7 4

On remarque que la fermentation dans l'urine normale a été un peu plus lente à s'établir, et moins énergique que dans l'urine minérale sucrée (je désigne par là une solution faiblement chargée de tartrate d'ammoniaque, de sucre, d'urée et d'une pincée de cendres de bois par litre) ; cela tient simplement à la chétivité du mycélium développé dans le premier liquide, où on le voit se développer en houppes légères, peu volumineuses, qui se chargent d'incrustations et sont finalement entraînées au fond du vase. A considérer le poids total de ce mycélium rabougri de l'urine humaine, on est étonné de l'action relativement faible qu'a produite le mycélium très prospère qui s'est développé abondamment dans le milieu sucré, et qui, cependant, n'a décomposé, à peine, que 1 ou 2 grammes de plus d'urée.

La végétation luxuriante d'une moisissure urophage ne signifie aucunement sécrétion abondante d'urase, car cette substance semble se produire dans des conditions qui ne sont pas toujours celles de la vie normale du végétal. Il semblerait, même, que la fonction hydratante du mycélium commence quand il est soumis à la vie subaquatique, vie qui ne s'accuse pas, du moins, pour la moisissure que je considère ici, par un accroissement notable du végétal.

J'ai pu effectivement constater que le poids du mycélium est parfois plus faible après qu'avant la fermentation (1). Il

(1) Pour mesurer la différence de poids entre un mycélium soumis à un travail physiologique et un même mycélium qui y est soustrait, les cultures doivent être faites dans un vase à large goulot. Au moment choisi, le mycélium est saisi avec une pince flambée, puis légèrement comprimé dans du papier Joseph stérilisé. Avec des ciseaux également flambés, on divise le mycélium en deux parts, s'équi-

faut si peu d'urase pour détruire beaucoup d'urée qu'un simple changement, ou peut-être une perversion dans la nature des sécrétions, me semble devoir suffire sans qu'il y ait formation de nouvelles cellules.

Avec un petit flocon de mycélium d'une mucédinée, ferment actif, immergée dans l'urine artificielle ordinaire, et arrêtée, du moins en apparence, dans sa croissance, j'ai pu transformer jusqu'à 50 grammes d'urée en carbonate d'ammonium. Mais, ici, les chiffres inscrits dans le tableau suivant s'appliquent au *Penicillium* se chargeant de spores elliptiques dont nous venons de parler.

Retiré d'un terrain de culture minérale sucrée après une végétation de 18 jours, qui avait entraîné la destruction de 10 grammes d'urée par litre, ce mycélium fut partagé en parties égales ; l'une d'elles, lavée, puis séchée à 100°, accusa un poids de 3 gr. 356 (chiffre rapporté au litre) ; l'autre, lavée à l'eau stérilisée et jetée dans de l'urine artificielle type, détruisit une première fois 8 gr. 8 d'urée, une seconde fois 9 gr. 6, et enfin une troisième fois, 7 gr.7.

Urine Artificielle neutralisée, stérilisée à froid

	Urée disparue durant la		
	1re immersion	2e immersion	3e immersion
Après 1 jour. . . .	0gr 9	»	»
» 2 »	1 8	1gr 2	0gr 8
» 3 »	2 9	»	»
» 4 »	»	3 9	2 5
» 5 »	5 4	»	»
» 6 »	6 0	5 0	3 8
» 7 »	»	»	»
» 8 »	7 1	»	»
» 9 »	7 8	6 7	5 1
» 10 » . . .	8 3	»	6 7
» 11 »	8 8	»	»
» 12 »	»	9 6	7 5
» 13 »	8 8	»	7 5
» 14 »	»	»	»
» 15 »	8 8	9 6	7 5

librant sur les plateaux d'une balance. Il est clair qu'on doit s'entourer, dans cette opération, des précautions aseptiques les plus minutieuses Une part est jetée dans la solution nutritive stérilisée chargée d'urée qu'on veut faire fermenter ; l'autre est lavée, séchée à 100°, puis pesée.

Cette portion de mycélium, qui avait hydraté 26 grammes d'urée au total en 45 jours, pesait 3 gr. 133. Nous venons de voir que celle qui avait été exonérée de cet acte physiologique avait pesé davantage, 3 gr. 356. Dans le tableau précédent, on ne s'étonnera pas de voir le mycélium déterminer immédiatement la transformation de l'urée, fait résultant de la vie poursuivie du végétal, alors que l'acte fermentaire ne devient sensible, quand on ensemence les spores, que 2 ou 3 jours plus tard.

Il ne faudrait pourtant pas croire qu'un même mycélium puisse indéfiniment hydrater l'urée sans accroissement sensible ; après la cinquième ou sixième immersion, souvent plus tôt, les mycéliums cessent brusquement de sécréter l'urase ; d'autres fois, ils déchoient avec lenteur ; dans la plupart des cas, ils sont épuisés, mais non morts, car on peut les semer dans de nouvelles liqueurs sucrées, acidulées, et provoquer ainsi des végétations qui ne le cèdent en rien à celles qui proviennent directement de l'ensemencement des spores.

Je reviens à l'*Urobacillus* ε, que les analogies qu'il présente avec les moisissures dans l'accomplissement d'une de ses fonctions physiologiques m'avaient amené à négliger dans une digression non dépourvue d'intérêt.

Ce bacille se développe très bien dans les bouillons de peptone, qu'il trouble rapidement en leur communiquant une odeur nauséabonde, et en y formant des dépôts gluants, qui semblent se redissoudre quand on agite le vase renfermant la culture, et qui acquiert alors une forte viscosité. On constate difficilement dans ce bouillon altéré la présence de traces d'urase.

Ensemencé dans la gélatine ordinaire, cet organisme y croît en donnant des taches d'aspect cireux, qui s'étendent et végètent à la surface du *substratum*, en formant un gazon limité par un contour très irrégulier, rappelant grossièrement l'aspect des feuilles de vigne et des fougères. Dans la profondeur de la gélatine, le trait devient dense et s'arrête bientôt dans sa croissance. Cette espèce ne liquéfie pas ce milieu demi-solide.

Piqués dans la gélatine chargée d'urée, les clous formés par l'*Urobacillus* ε sont très beaux, quoique moins fournis

et moins gros que dans la gélatine ordinaire ; au bout de 8 à 10 jours, il se forme à une faible distance de la végétation des cristaux volumineux en boules accouplées deux à deux ; cette gélatine ne se ramollit pas et ne devient jamais le siège d'une liquéfaction quelconque.

C'est sur la gélose exposée à 38-39° que cette espèce se montre dans son plus beau développement ; en quelques jours, elle a envahi toute la surface de la gélose qu'elle recouvre d'une couche épaisse grisâtre constituée par l'organisme végétant en gros filaments rappelant ceux de la bactéridie charbonneuse et dans lesquels se rencontrent de nombreuses spores elliptiques. Ces spores résistent 2 heures à la température de 90° et 3 ans, au moins, dans les urines qui ont fermenté sous l'influence de l'*Urobacillus* ε.

Je n'insisterai pas plus longtemps sur une espèce qui n'offre qu'un intérêt médiocre, mais dont l'histoire, rapidement esquissée, nous permet d'établir le type d'un ferment de l'urée lent et à action incomplète.

Urobacillus Schutzenbergii *sive* Urobacillus ureæ ο.

Cette espèce, que je dédie à mon excellent maître Schutzenberger, aurait été autrefois dénommée *Bacterium ureæ*, à cause de l'exiguité de ses dimensions longitudinales et de son excessive mobilité. Elle diffère beaucoup des bacilles précédents par ses propriétés biologiques et par son peu de résistance aux agents physiques et chimiques. Elle ne donne pas de spores, et un excès de carbonate d'ammonium la tue avant qu'elle ait pu accomplir tout l'acte fermentaire dont elle paraît capable.

L'*Urobacillus Schutzenbergii* ne se trouve pas dans l'air atmosphérique ; le plus souvent, il vit et se multiplie dans les eaux de rivières, les eaux de quelques puits, la vase des ruisseaux et dans l'eau d'égout.

Toutes les fois qu'on le recherche avec des milieux nutritifs chargés de plus de 7 à 8 grammes d'urée, son isolement est une opération bactériologique non seulement difficile, mais encore impossible à effectuer. Pendant long-

temps, je suis resté surpris et quelque peu intrigué de trouver des urines fortement fermentées et des colonies intensément auréolées de cristaux, sans pouvoir provoquer avec l'espèce qui avait déterminé la formation d'une quantité très notable de carbonate d'ammonium, une nouvelle fermentation ammoniacale. Il m'arrivait bien parfois de voir plusieurs colonies croître sur la gélatine ordinaire ou dans le bouillon, quand je les ensemençais avec une fraction de goutte du liquide fermenté ; mais ces colonies, tantôt formées de bacilles ou de micrococques, se montraient sans action sur l'urée et provenaient évidemment des espèces souillant le ferment ammoniacal dépourvu à cet instant de toute vitalité.

Pour sortir d'embarras et tâcher d'isoler aisément cette espèce fragile, je fabriquai des urines artificielles et de la gélatine renfermant seulement 5 grammes d'urée par litre. Je dus renoncer à cette gélatine qui ne donnait plus d'auréoles, et me résoudre à ensemencer pendant 6 mois, dans du bouillon peptonisé titrant 5 p. 1000 d'urée, toutes les colonies qui naissaient dans mes analyses des eaux effectuées avec la gélatine ordinaire ; par ce moyen, à plusieurs reprises, je pus me procurer l'*Urobacillus Schutzenbergii*.

Au bout de 24 heures, au plus après 36 heures, le bouillon chargé de 5 p. 1000 d'urée avait complètement fermenté sous l'influence de ce nouvel organisme ; malgré la faible quantité de carbonate d'ammoniaque contenu dans ces liquides, l'espèce nouvelle y était irrévocablement tuée après un séjour de 8 jours.

L'espèce fut alors uniquement cultivée dans des milieux dépourvus d'urée, où elle peut séjourner plus de 6 mois sans perdre sa vitalité.

Caractères morphologiques de l'Urobacillus Schutzenbergii. — Ce microbe est constitué par de petits articles ovales d'environ 1 μ de long sur 0,5 μ de large, associés ordinairement deux à deux. Ces articles sont très mobiles dans les cultures effectuées sur la gélatine et le bouillon ; il perd rapidement sa mobilité dans les liquides fermentés quand le poids de l'urée décomposée s'élève environ à 8 ou 10 grammes par litre ; ce microbe ne paraît pas fournir de spores endogènes; en vieillissant dans les milieux les

plus favorables à sa culture, il se résout au bout de quelques mois en fines granulations de 0,4 à 0,5 de μ. Dans sa période de vie active, ses articles sont, nous l'avons déjà dit, réunis deux à deux, parfois en chaînes formées de 4 articles, que la scissiparisation partage bientôt en deux couples d'individus.

Les mouvements de cette espèce sont très vifs. Quand on les étudie à 20-25°, l'œil ne saisit d'abord dans la préparation que l'impression d'un grouillement; il faut tuer l'espèce adulte avec quelques traces d'acide acétique pour pouvoir le bien examiner; sinon, les articles mobiles entraînent avec eux ceux qui le sont peu ou ont cessé de l'être, et l'on ne perçoit qu'un vague tourbillonnement.

Les mouvements de ce bacille sont multiples : tantôt les petits bâtonnets tournent sur eux-mêmes comme un sablier animé d'un mouvement giratoire autour d'un axe qui passerait par le point tangent des deux sphères qui le constituent, mais qui ferait un angle plus ou moins variable avec le grand axe du sablier. Les mouvements de progression en avant sont très prompts, rectilignes ou courbes, ils semblent toujours accompagnés du mouvement de rotation que nous venons de signaler, et qui communique aux individus une sorte de tremblotement. Ce qui nous importe surtout de retenir, c'est l'extrême mobilité de ce bacille qui n'a pas d'analogue dans les espèces déjà étudiées.

Des cultures de l'Urobacillus Schutzenbergii.— Au bout de 24 heures, le bouillon de peptone ensemencé avec cet organisme est manifestement louche ; les jours suivants le trouble augmente et la surface du liquide se recouvre d'une pellicule très légère qui grimpe à une certaine hauteur au-dessus du niveau du bouillon, contre les parois du vase. Cette pellicule ne prend jamais une bien grande consistance; cependant on peut la voir quelquefois gagner, en fins lambeaux, les parties inférieures de la culture. Le bouillon conserve pendant plusieurs semaines un trouble très apparent qui finit pourtant par disparaître au bout de 2 à 3 mois.

Si les liquides sont chargés d'urée, le trouble du début est intense, mais il dure très peu; au bout de 4 ou 5 jours, les liquides sont redevenus absolument limpides.

Semé sur la gélatine ordinaire, ce microbe s'y développe très bien en la liquéfiant rapidement; le liquide qui résulte de cette liquéfaction est louche et peu visqueux. Quand cet urobacille est ensemencé par piqûres dans ce même *substratum*, il se forme à la surface de la gélatine une cupule qui s'agrandit de jour en jour en même temps que le trait fait par le fil de platine croît progressivement en diamètre; au bout de 10 jours, la fluidification est complète à 20°. Si la gélatine est chargée de 20 p. 1000 d'urée, on observe un commencement de liquéfaction avec formation de cristaux dans la masse restée solide, puis tout phénomène d'accroissement est suspendu, comme si subitement la culture avait été antiseptisée par un désinfectant très actif. On peut vérifier directement que l'espèce est morte.

Quand on sème un petit nombre de bâtonnets de ce microbe dans une plaque épaisse de gélatine simplement peptonisée, on voit apparaître dans l'intérieur de la masse de petites colonies translucides, parfaitement sphériques, qui grossissent rapidement et prennent un aspect laiteux; dès qu'une de ces colonies a gagné la surface du *substratum*, on la voit s'étendre en formant une cupule qui grandit rapidement et liquéfie le milieu. Si la gélatine est chargée d'une quantité notable de carbamide, la colonie sphérique n'atteint pas plus de 1 à 2 millimètres de diamètre; elle s'entoure d'une atmosphère de cristaux, puis la culture reste stationnaire. Les urobacilles vivaces et très actifs donnent des colonies à peu près du même aspect, mais tandis que la plaque se ramollit et finit par se résoudre sous leur influence en une masse sirupeuse très ammoniacale, les plaques qui contiennent l'*Urobacillus Schutzenbergii* conservent indéfiniment leur aspect des premiers jours, jusqu'à leur complète dessication, ce qui réclame environ 4 ans d'attente, quand on se sert de mes vases coniques à capuchon rodé.

Sur la gélose peptonisée maintenue à 28-30°, les cultures s'étendent en surface, en donnant une couche blanchâtre d'une couleur légèrement verdâtre, teinte qu'acquièrent également en vieillissant les bouillons de cultures et le liquide résultant de la fluidification de la gélatine.

Ces caractères macroscopiques sont assez saillants pour

distinguer ce microbe des urobacilles décrits dans les pages précédentes, mais le caractère le plus important, le plus distinctif et le plus curieux, est tiré de la marche de l'hydratation de la carbamnide, dans les milieux liquides où ce bacille est ensemencé.

Des fermentations déterminées par l'Urobacillus Schutzenbergii. — Cette espèce n'achève jamais complètement la fermentation des urines normales où elle croît d'ailleurs beaucoup plus difficilement que dans les urines artificielles. Quand on use d'urines humaines stérilisées à froid, on constate la disparition de 8 à 10 grammes d'urée. Le chiffre que je donne est extrême, car j'ai pu souvent constater que le poids de l'urée disparue ne dépassait pas 6 à 7 grammes.

Avec les bouillons chargés de 20 p. 1000 de carbamnide, on peut constater une hydratation de 16 grammes, mais le chiffre moyen qu'on obtient est très voisin de 14 grammes.

Urine artificielle chargée de 10 *grammes d'urée par litre*

	Urée disparue par litre					
	I	II	III	IV	V	VI
Après 1 jour	3 gr 5	2 gr 8	2 gr 7	3 gr 9	4 gr 1	1 gr 6
» 2 »	7 6	6 5	6 9	7 5	8 3	5 4
» 3 »	11 5	10 8	11 4	11 7	12 6	9 6
» 4 »	13 8	14 2	15 5	15 2	13 1	13 2
» 5 »	13 8	14 5	16 8	15 6	13 1	15 9
» 6 »	»	»	16 7	15 6	»	15 9

C'est donc à raison d'une hydratation de 4 grammes par jour, que s'effectuent les fermentations ammoniacales provoquées par l'*Urobacillus Schutzenbergii;* comme on voit, ces fermentations débutent très nettement dans les 24 premières heures, et se poursuivent d'une façon très régulière jusqu'au quatrième jour, époque où le ferment, très vivement touché par le carbonate d'ammoniaque dépérit rapidement et meurt quelquefois *avant* que la fermentation soit achevée.

Effectivement, quand on surveille de près une fermentation ammoniacale déterminée par ce microorganisme et abandonnée à la température de 20°, il arrive, lorsque la quantité d'urée détruite atteint 13 grammes environ,

que l'espèce prélevée à ce moment n'est plus rajeunissable dans les urines et le bouillon de peptone alors que l'hydratation continue, marche dans les 12 à 14 heures suivantes et finit par détruire 15 grammes d'urée.

Je sais bien qu'on peut objecter que l'espèce n'est pas peut-être morte, qu'elle a simplement perdu la faculté de se rajeunir quand on la porte brusquement d'un milieu très alcalin dans un milieu qui ne l'est pas du tout. Malheureusement pour la justification de cette hypothèse, il faudrait pour s'assurer de la mort réelle d'une espèce, employer un autre moyen que sa culture dans les milieux qu'elle affectionne le plus ; jusqu'à ce que ce moyen soit trouvé, je supposerai, dans le cas qui nous occupe, que c'est le carbonate d'ammoniaque qui a tué le microbe, et que la décomposition de l'urée qui a suivi sa mort est due au ferment soluble qu'il avait sécrété en excès.

La marche rapide de la fermentation ammoniacale sous l'influence de l'*Urobacillus Schutzenbergii*, m'avait fait supposer que le pouvoir hydratant du microorganisme ne s'exerçait plus librement à partir d'une certaine limite, et qu'en enlevant le carbonate d'ammoniaque formé au moyen d'un courant d'air atmosphérique filtré, il serait possible de faire décomposer à ce bacille une quantité d'urée notablement supérieure à 15 grammes. Cette vue se réalisa, 40 grammes d'urée dissous dans un ballon contenant 1000 centimètres cubes de bouillon de peptone, parcouru constamment par des bulles d'air, furent complètement détruits en 15 jours.

Il existe d'ailleurs un moyen de s'assurer du pouvoir fermentaire *réel* d'un microbe urophage, sans avoir recours aux fermentations directes qui ne donnent à vrai dire, qu'un pouvoir fermentaire *apparent*, les fermentations se trouvant sous la dépendance d'une substance antiseptique qui va sans cesse s'accumulant dans la liqueur fermentescible ; ce moyen, dis-je, consiste à calculer la quantité d'urase que les divers ferments de l'urée peuvent produire en végétant dans des conditions identiques, dans du bouillon de peptone.

Ici, l'expérience démontre que l'*Urobacillus Schutzenbergii* sécrète en 5 jours dans 1 litre de bouillon, assez de

diastase pour hydrater en 1 heure 35 grammes d'urée à la température de 47-48°, alors que les moisissures, l'*Urobacillus δ* d'un pouvoir fermentaire bien supérieur en apparence (25 grammes), n'en peuvent sécréter qu'une quantité pouvant détruire 10 à 12 grammes d'urée en plusieurs heures ou pas du tout.

Nous trouvons donc dans l'*Urobacillus Schutzenbergii*, un ferment assez actif, qui ne peut accomplir qu'à moitié l'acte biologique dont il est capable, eu égard à la rapidité avec laquelle il mène les fermentations.

Action de la chaleur et des antiseptiques sur l'Urobacillus Schutzenbergii. — La température la plus favorable au développement de cette espèce est située entre 25 et 28° ; à 30°, les fermentations qu'elle détermine s'effectuent déjà plus difficilement qu'à 25° ; à 36°, l'hydratation de l'urée devient très lente, souvent elle se suspend ; à 38°, elle ne débute jamais. Voici encore une espèce qui introduite accidentellement dans la vessie, ne saurait déterminer l'alcalinité des urines, partant, elle ne doit pas être classée parmi les espèces pathogènes, à l'exemple de l'*Urobacillus Pasteurii*, qui à ce point de vue est très redoutable, car on a vu qu'à 40° les fermentations qu'il provoque sont promptes et complètes.

L'espèce en question ne montre pas de spores, aussi présente-t-elle très peu de résistance à la chaleur ; chauffée dans l'eau distillée pendant 2 heures aux températures comprises entre 45 et 50°, elle semble irrévocablement détruite, comme d'ailleurs l'indique le tableau suivant :

Résistance de l'Urobacillus Schutzenbergii à la chaleur

Température	Nombre d'ampoules chauffées	Cas de fermentation observés
50-51°	6	0
48°	6	0
45°	6	0
42°	12	2
40°	12	8
38°	12	11
35°	6	6

Après l'action d'une température de 42°, sur les 12 ampoules mises en expérience, 10 se sont montrées infé-

condes, soit une proportion de 84 p. 100; à une température plus élevée de quelques degrés, le microbe a été fatalement tué.

Les antiseptiques surtout les sels métalliques exercent une action très meurtrière sur cette espèce fragile, l'acide phénique est le désinfectant qu'elle redoute le moins.

Action du biiodure de mercure sur l'Urobacillus Schutzenbergii

Dose par litre	Titre des solutions	Urée disparue par litre au bout de:			
		3 jours	6 jours	9 jours	un mois
0 gr 066	1 : 15,000	»	»	»	nulle
0 066	1 : 15,000	»	»	»	nulle
0 050	1 : 20,000	»	»	»	nulle
0 050	1 : 20,000	»	»	»	nulle
0 040	1 : 25,000	»	»	»	nulle
0 033	1 : 30,000	»	»	»	nulle
0 025	1 : 40,000	»	»	»	nulle
0 020	1 : 50,000	»	»	1 gr 3	1 gr 8
0 020	1 : 50,000	»	»	»	nulle
0 016	1 : 60,000	»	»	»	nulle
0 012	1 : 80,000	»	3 g 7	4 gr 9	»
0 012	1 : 80,000	»	2 8	5 4	5 gr 4
0 010	1 : 100,000	2 gr 3	»	7 4	»
0 010	1 : 100,000	1 8	5 3	»	10 1
0 010	1 : 100,000	»	4 2	»	9 7

C'est à la dose de 1 : 60 000, environ, que s'exerce l'action microbicide du biiodure de mercure sur l'urobacille précité.

Action du sublimé corrosif sur l'Urobacillus Schutzenbergii

Dose par litre	Titre des solutions	Urée disparue par litre au bout de:			
		3 jours	6 jours	9 jours	un mois
0 gr 040	1 : 25,000	»	»	»	nulle
0 033	1 : 30,000	»	»	»	id.
0 033	1 : 30,000	»	»	»	id.
0 025	1 : 40,000	»	»	»	id.
0 020	1 : 50,000	»	»	»	id.
0 020	1 : 50,000	»	»	»	id.
0 020	1 : 50,000	»	»	»	id.
0 016	1 : 60,000	»	»	»	id,

Action du sublimé corrosif sur l'Urobacillus Schutzenbergii (suite)

Dose par litre	Titre des solutions	Urée disparue par litre au bout de : 3 jours	6 jours	9 jours	un mois
0gr 014	1 : 70,000	»	»	»	nulle
0 012	1 : 80,000	»	1gr 7	»	3gr 8
0 012	1 : 80,000	2gr 5	3 3	»	5 4
0 010	1 : 100,000	»	6 2	»	11 5
0 010	1 : 100,000	5 8	»	10gr 3	10 3

Dans les solutions qui renferment 1 : 80 000 de sublimé, la fermentation par l'*Urobacillus Schutzenbergii* ne s'effectue que partiellement ; quand les urines en renferment 1 : 100 000, on la voit au contraire marcher avec une certaine rapidité ; en somme, l'urobacillus qui nous occupe est 3 à 4 fois plus sensible aux mercuriaux que les urobacilles précédents.

Action du sulfate de cuivre sur l'Urobacillus Schutzenbergii

Dose par litre	Titre des solutions	Urée disparue par litre au bout de : 3 jours	6 jours	9 jours	un mois
0gr 500	1 : 2,000	»	»	»	nulle
0 333	1 : 3,000	»	»	»	id.
0 333	1 : 3,000	»	»	»	id.
0 333	1 : 3,000	»	»	»	id.
0 200	1 : 5,000	»	»	2gr 3	2gr 6
0 200	1 : 5,000	»	1gr 7	»	4 5
0 100	1 : 10,000	»	5 7	»	11 3
0 100	1 : 10,000	2gr 9	»	7 4	7 4
0 100	1 : 10,000	»	4 8	11 6	11 5

Le sulfate de cuivre se montre antifermentiscible au-dessous de 1 : 5000 ; à 1 : 10 000, s'il retarde l'hydratation de l'urée, il ne l'entrave pas d'une façon très sensible.

L'iode s'oppose efficacement au développement de l'*Urobacillus Schutzenbergii* dans les solutions où il se trouve à 1 : 20 000 ; l'acide borique l'arrête à 1 : 800, mais son action nocive sur la fermentation commence à être sensible à 1 : 3000. Les urines artificielles qui renferment cette faible dose de ce corps voient leur fermentation traîner et s'arrêter bien avant que la quantité d'urée décomposée ait atteint 12 à 15 grammes.

L'acide phénique, par contre, est singulièrement moins actif, il commence à gêner l'hydratation de l'urée à la dose de 1 : 200. et se montre sans action sur elle à la dose de 1 : 500, ainsi que le tableau suivant le démontre.

Action de l'acide phénique sur l'Urobacillus Schutzenbergii

Dose par litre	Titre des solutions	Urée disparue par litre au bout de : 3 jours	6 jours	9 jours	un mois
20 gr 000	1 : 500	»	»	»	nulle
10 000	1 : 100	»	»	»	id.
10 000	1 : 100	»	»	»	2 gr 3
10 000	1 : 100	»	»	»	nulle
5 00	1 : 200	»	2 gr 8	5 gr 4	5 gr 4
5 00	1 : 200	»	2 0	»	6 3
3 333	1 : 300	»	»	»	nulle
3 333	1 : 300	»	3 9	7 2	»
2 500	1 : 400	»	4 2	10 1	»
2 500	1 : 400	2 gr 4	5 8	8 7	»
2 500	1 : 400	»	»	»	9 gr 5
2 000	1 : 500	7 4	12 6	»	»
2 000	1 : 500	9 3	11 2	»	»
2 000	1 : 500	6 4	13 8	»	13 8

Comme d'habitude, je résume dans le petit tableau qui suit, mes recherches sur le pouvoir antiseptique qu'exercent quelques substances sur l'espèce qui vient d'être étudiée.

Doses minima de quelques antiseptiques capables de s'opposer efficacement à la fermentation d'un litre d'urine artificielle, ensemencé avec l'Urobacillus Schutzenbergii.

Substances	Poids	Titre des solutions
Sublimé	0 gr 014	1 : 70,000
Biiodure de mercure.	0 016	1 : 60,000
Sulfate de cuivre.	0 250	1 : 4,000
Iode	0 500	1 : 2,000
Acide borique	1 250	1 : 800
Acide phénique	10 000	1 : 100

Si on compare ces chiffres avec ceux qui ont été fournis par les autres bacilles urophages de l'urée, on remarque qu'il n'en est pas un qui se soit montré autant que celui-ci

sensible aux agents chimiques choisis pour mes expériences.

Il existe dans la nature plusieurs autres espèces bacillaires capables de détruire l'urée en donnant du carbonate d'ammoniaque, la plupart de celles que j'ai seulement entrevues ou dont l'étude n'est pas encore terminée, ne présentent pas de caractères dignes d'être mentionnés; les unes liquéfient la gélatine, les autres ne la liquéfient pas, plusieurs parviennent à détruire 20 grammes d'urée en 10 à 15 jours, plusieurs autres réclament 1 mois pour en détruire à peine 5 grammes. Ces espèces sont généralement des ferments lents, rattachables à la variété décrite sous le nom d'*Urobacillus* ε, ou à l'*Urobacillus Freudenreichii*, dont elles sont loin de posséder l'énergie. Je juge donc inutile de faire une monographie spéciale de ces 7 à 8 nouveaux bacilles urophages dont la description me semble dépourvue d'intérêt, et je passe sans tarder aux urocoques ferments de l'urée.

(*A suivre.*)

EXPOSITION GÉNÉRALE ET RÉTROSPECTIVE DE

MICROSCOPIE DE LA VILLE D'ANVERS

en 1891

II. — Des microscopes et de leurs accessoires

Nous avons dit que le nombre des opticiens qui avaient exposé à Anvers était peu élevé; on en comptait, cependant, huit venus des divers pays de l'Europe : Powell et Lealand, Watson et Sons représentaient l'Angleterre; Hartnack, Leitz, Seibert et Zeiss, l'Allemagne; Reichert, l'Autriche-Hongrie ; Nachet, la France. Tous les microscopes réunis dans les salles de l'Athénée royal étaient d'une très grande perfection mécanique ; cependant chacun d'eux offrait, selon son origine, un cachet spécial, que nous devons faire ressortir; cela nous sera d'autant plus aisé que la plupart des constructeurs qui viennent d'être désignés ont mis gracieusement à notre disposition quelques-unes des figures qui représentent les modèles dont la vente est la plus courante.

Quant aux systèmes optiques qui constituent les parties les plus essentielles du microscope, aucun d'eux n'était médiocre; chacun, on le conçoit aisément, ayant tenu à faire apprécier la bonté des objectifs et des oculaires livrés par eux aux observateurs. Tous n'étaient pourtant pas d'une valeur égale; il s'en trouvait de bons, bon marché; de meilleurs, chers et même très chers. En quoi consiste pour l'acheteur le mérite d'un constructeur? c'est, nous croyons, de construire de très bonnes combinaisons optiques à des prix abordables. Pour le savant, le mérite est différent : il réside, abstraction faite de toute considération pécuniaire, dans la perfection intrinsèque ou idéale des combinaisons. Il n'est donc pas toujours aisé de satisfaire toutes

les exigences. Le constructeur qui arrivera à concilier le bon marché à l'extrême bonté aura certainement bien mérité des micrographes.

Ernest Leitz, à Wetzlar (Allemagne)

Cette maison a exposé huit microscopes destinés plus particulièrement aux recherches médicales et technologiques. Le microscope que l'on voit représenté dans la figure 1 est le statif I*a* de Leitz; c'est ce modèle que choisissent de préférence les bactériologistes pour leurs recherches journalières. Les statifs I ne sont ni plus beaux ni plus élégants que ce modèle; ils ont cependant un aspect plus monumental, et sont livrés, au gré de l'acheteur, avec ou sans mouvement circulaire autour de l'axe optique. Le statif I*a*, figuré ci-contre, est dépourvu de ce mouvement, mais il possède une platine circulaire tournante que l'on peut centrer à volonté au moyen de vis dont une se voit latéralement. Le tube de ce microscope est muni d'un révolver pour trois objectifs; le tube à tirage porte, gravées, les divisions millimétriques; il peut être actionné par une crémaillère pour la mise au point rapide, et une vis micrométrique pour la mise au point précise. Le chapeau de cette vis micrométrique porte un cercle divisé, ce qui permet d'apprécier approximativement des dimensions des objets en épaisseur.

Ce microscope peut s'incliner sur une charnière portée par un pilier carré implanté sur le pied en fer à cheval. On peut lui adapter un éclairage Abbe, auquel il est loisible de substituer, suivant les besoins, un tube soutenant un diaphragme, un condensateur simple, ou un système d'éclairage d'une autre nature.

L'éclairage Abbe, associé ou non à un diaphragme-iris, peut s'élever au moyen d'un mouvement à crémaillère, et le diaphragme-iris peut être déplacé latéralement au moyen d'un pignon agissant sur une crémaillère horizontale.

La monture du statif I*a*, avec l'appareil d'éclairage Abbe,

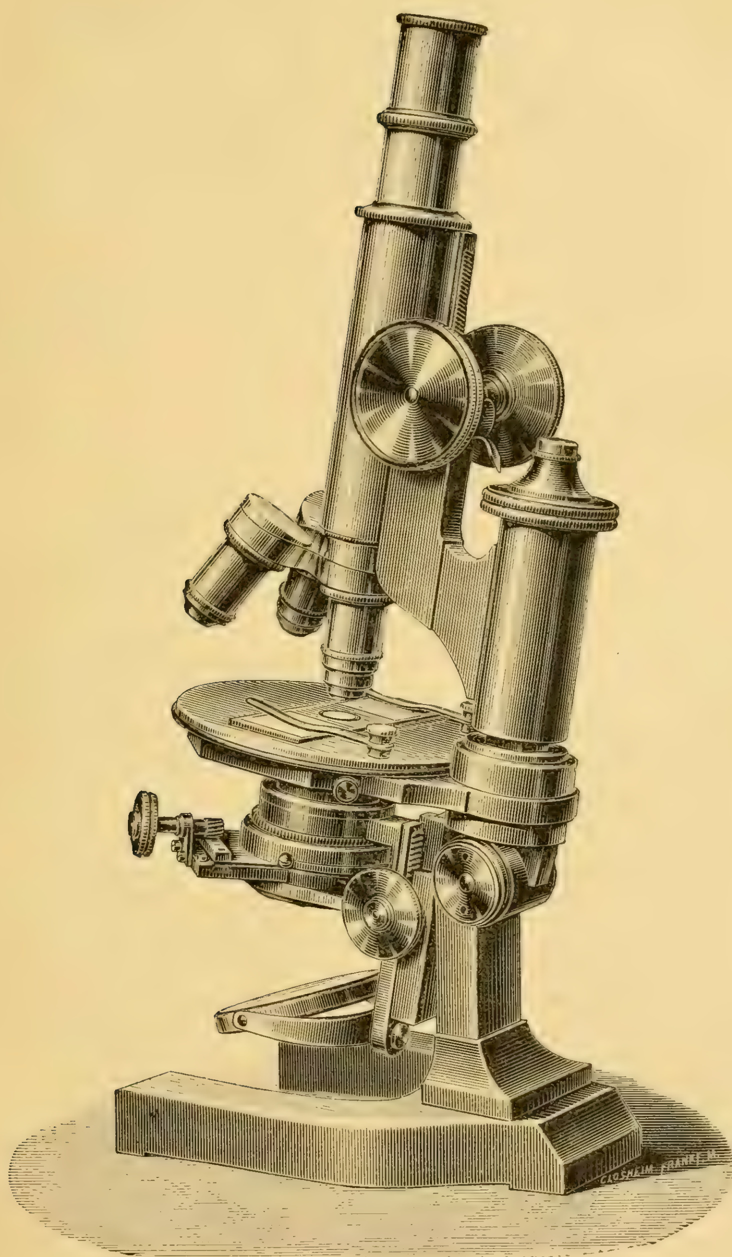


Fig. 1. — Statif I*a* de la maison E. Leitz, à 1/2 grandeur naturelle.

est fixé à 231 francs (1). Le statif II de Leitz, inclinant, à platine fixe dépourvue de mouvement à crémaillère, mais muni d'une vis micrométrique, peut recevoir un petit appareil Abbe ; le prix de sa monture est de 113 francs.

Le statif III est plus petit que les précédents ; l'éclairage Abbe ne peut lui être adapté ; il peut recevoir un mouvement inclinant, un éclairage simple avec diaphragme-iris. Le prix de sa monture avec cet éclairage et le diaphragme-iris est de 100 francs.

Les statifs IV et V ne méritent pas de mention spéciale, ce sont des microscopes de débutants ; le prix de leur monture est de 38 et 25 francs. On ne saurait faire des instruments à meilleur compte.

M. E. Leitz construit une platine mobile (prix 125 francs) pouvant s'adapter aux grands statifs ; elle présente une particularité à signaler : ses mouvements latéraux rectilignes sont produits au moyen d'une vis de rappel ; quant aux mouvements d'avant en arrière, ils sont angulaires, la platine mobile tournant autour d'un point fixe situé à gauche de l'observateur ; ce dernier mouvement est produit par un pignon à friction. Les mouvements de cette platine mobile sont assez étroits. De droite à gauche, ils ont à peine une amplitude de 20 millimètres, ceux d'avant en arrière ne doivent pas dépasser cette limite dans la région de l'axe optique ; ces excursions, bien qu'assez restreintes, peuvent néanmoins servir à repérer les objets contenus dans une préparation ordinaire ; à cet effet, des index et des divisions sont gravés sur les points les plus visibles de la platine mobile.

La maison Leitz fabrique neuf systèmes d'objectifs à sec, d'un grossissement allant de 3 à 73 diamètres (2), d'une ouverture numérique variant de 0,09 à 0,87 et d'un prix progressant de 19 à 75 francs. Elle met également en vente deux objectifs à immersion à eau de 1,10 à 1,15 d'ouverture numérique, d'un grossissement de 76 et 94 diamètres et d'un prix de 81 francs et 113 francs. Elle livre également deux objectifs à immersion homogène à huile, le 1/12 et

---

(1) Par monture, on entendra toujours le microscope dépourvu de ses oculaires et de ses objectifs ; en un mot, de toutes les pièces, revolvers, éclairages, etc., qui ne font pas partie intégrante du corps de l'appareil.

(2) Grossissement des objectifs sans les oculaires.

le 1/16, chacun de 1,30 d'ouverture numérique et coûtant respectivement 125 et 188 francs.

M. Leitz ne dit pas s'il fabrique des objectifs à correction.

Quant aux six oculaires d'Huyghens O, I, II, III, IV, V, grossissant de 5 à 12 fois, leur prix est de 6 francs pièce. Beaucoup plus chers sont les objectifs apochromatiques, le seul que Leitz construise à immersion homogène est livré à 375 francs; il possède 1,35 d'ouverture numérique, un foyer équivalent à 2 millimètres et un grossissement de 125 diamètres. Ces objectifs apochromatiques sont accompagnés d'oculaires compensateurs dont le prix varie de 20 à 31 francs.

En résumé, la maison E. Leitz est une des plus importantes d'Europe, elle livre d'excellents instruments. Ses microscopes, répandus dans tous les pays, se rencontrent fréquemment dans les laboratoires français où nous avons eu l'occasion de juger par nous-même du pouvoir définissant très supérieur de son 1/12 à immersion à huile, dont le prix est remarquablement peu élevé (125 francs). Cette manière de voir est d'ailleurs celle du jury de l'Exposition d'Anvers qui a accompagné la haute récompense, décernée à la maison Leitz, des appréciations flatteuses et bien méritées que nous nous empressons de reproduire :

« Le grand nombre de statifs exposés par M. E. Leitz présente des combinaisons variées d'après les besoins pratiques de la microscopie; dans la collection des objectifs achromatiques, celui de 1/12 à immersion homogène, en particulier, a été trouvé d'une grande clarté et d'un pouvoir résolvant exceptionnel. Des recherches sérieuses et délicates sont mises à la portée d'un grand nombre de personnes par la modicité du prix tant des statifs que des objectifs. »

C'est pour les raisons énumérées dans les quelques lignes qui précèdent que la maison Leitz livre annuellement, affirme-t-elle, 3 500 microscopes aux savants de tous les pays. Souhaitons qu'ici la qualité ne se ressente pas de la quantité et que l'œil du maître puisse toujours s'assurer que toutes les parties de ces nombreux appareils sont d'une solidité à toute épreuve. En France, son représentant autorisé est M. Cogit, 49, boulevard Saint-Michel, à Paris.

Alfred Nachet, 17, rue Saint-Séverin, à Paris

« M. Nachet, dit le Dr H. van Heurck (1), est actuellement le plus ancien constructeur de France, et il s'y maintient au premier rang, grâce aux progrès incessants de sa fabrication. En effet, chez ce constructeur, ce n'est pas le fabricant qui domine, mais c'est le micrographe, le chercheur, l'artiste. Le premier parmi les constructeurs du continent, il a apprécié le mérite des instruments anglais ; à côté de microscopes sérieux, simples et à bas prix, il a fourni des instruments qui, comme perfection, élégance et fini du cuivre, rivalisent avec les instruments de nos voisins d'outre-mer. Comme l'était Ch. Chevalier, M. Nachet est un savant qui connaît à fond toutes les ressources de l'optique et de la mécanique. Ses inventions sont nombreuses et ont été bien appréciées par les micrographes. Multiples sont les formes de ses microscopes ; il a des modèles uniques pour des usages spéciaux : la chimie, la pétrographie des démonstrations à l'école, etc... »

La maison Nachet avait exposé la plupart des modèles construits en vue des études les plus difficiles : bactériologie, histologie générale, diatomées ; minéralogie, pétrographie, chimie, biologie. Ces derniers s'éloignant un peu de notre cadre d'observations, nous signalerons seulement les premiers modèles dont les variétés sont déjà assez nombreuses.

En première ligne, citons le grand modèle n° 1 (fig. 2), instrument de toute beauté, modifié et perfectionné définitivement pour l'Exposition universelle de 1889. Cet instrument est armé de tous les moyens mécaniques réclamés aujourd'hui par les investigations scientifiques, il possède une platine mobile à mouvement rectangulaire, avec le système à division de repère imaginé, il y a déjà bien longtemps, par M. Nachet, ce qui permet de reconnaître ultérieurement la position d'un objet perdu dans une préparation. Cette platine peut être entraînée dans un mouvement circulaire complet autour de l'axe optique. A la platine rectangulaire peuvent s'adapter à volonté deux petits miroirs :

(1) *Le Microscope*, 4e édition, 1891, page 57.

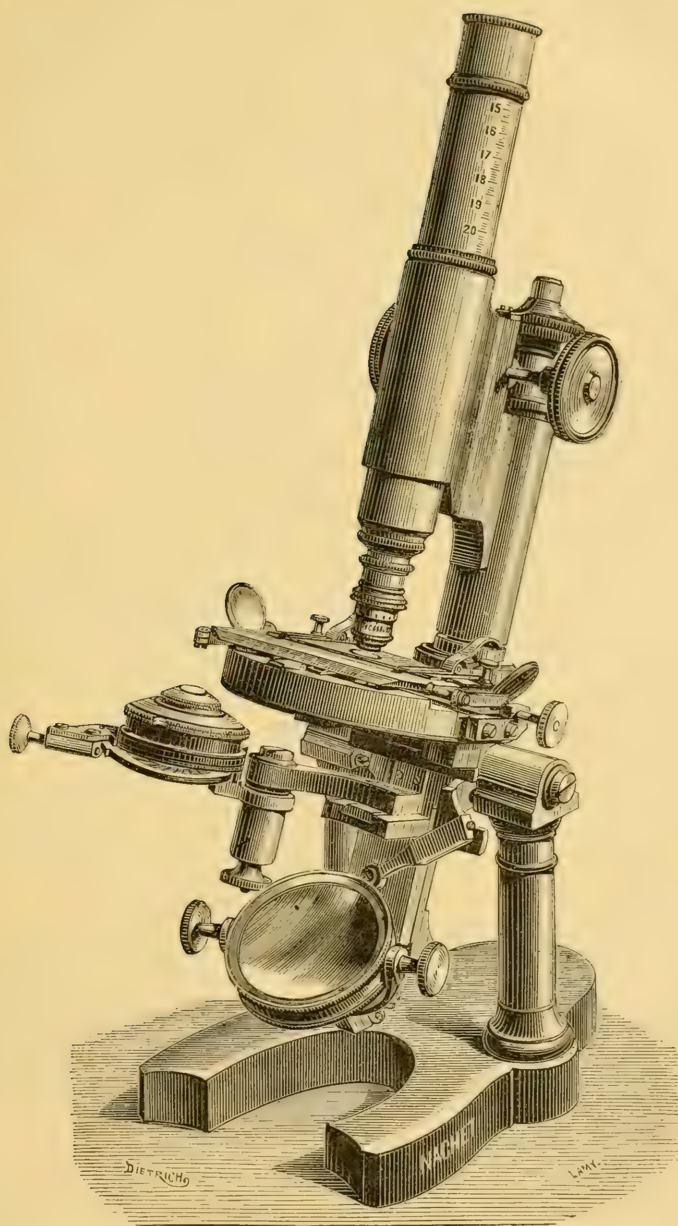


Fig. 2. — Microscope Nachet grand modèle n° 1. 1/3 de grandeur.

l'un concave, placé au niveau de la platine à gauche, et mobile dans tous les sens de manière à envoyer un rayon de lumière rasante ; l'autre, placé en face, à droite, et incliné à 45°, pour amener verticalement le faisceau lumineux. L'image de l'extrémité de l'objectif éclairé vivement, vient se projeter dans le petit miroir de droite et, d'un seul coup d'œil, on peut s'assurer si l'objectif est ou non en contact avec la préparation.

L'appareil d'éclairage de ce microscope est monté pour le mouvement rapide sur un système de coulisse mû par un levier (reproduction de l'ancien grand modèle de la même maison) ; en outre, il comporte une vis pour le mouvement lent, afin de régler plus exactement la mise au foyer du condensateur à grand angle. Ce condensateur peut être remplacé instantanément par une bague portant à volonté tous les autres moyens d'éclairage, diaphragme capillaire, éclairage à fond noir, prisme de Nicol, etc., il suffit pour cela, de le déplacer latéralement, comme l'indique la figure 2. Dans cette disposition générale, les miroirs restent à la même place, c'est un avantage évident sur certains microscopes étrangers, dont le condensateur et le miroir sont solidaires.

L'ensemble de ce microscope, avec tous ses accessoires et ses objectifs, depuis les plus faibles jusqu'aux immersions homogènes apochromatiques, constitue un instrument de premier ordre, un véritable chef-d'œuvre de mécanique, contenu dans une forte boîte d'acajou à coins en cuivre, et garnie de velours à l'intérieur.

La composition de ce microscope est la suivante : collection de dix objectifs, n°s 1, 2, 3, 4, 5, 6, montés bas de forme pour être employés avec le binoculaire ; un autre 6 et un autre 7, plus un 8 à sec, ces trois derniers montés à correction ; ensuite, un n° 9 à correction et immersion à eau ; enfin un 2 mm. apochromatique à immersion homogène et à correction (ancien 11).

Condensateur direct à grand angle d'ouverture avec platine de centrage mue par deux vis. — Revolver à trois objectifs, quatre oculaires. — Goniomètre pour mesurer les angles des cristaux. — Chambre claire, prisme redresseur. — Appareil de polarisation avec lame sensible de

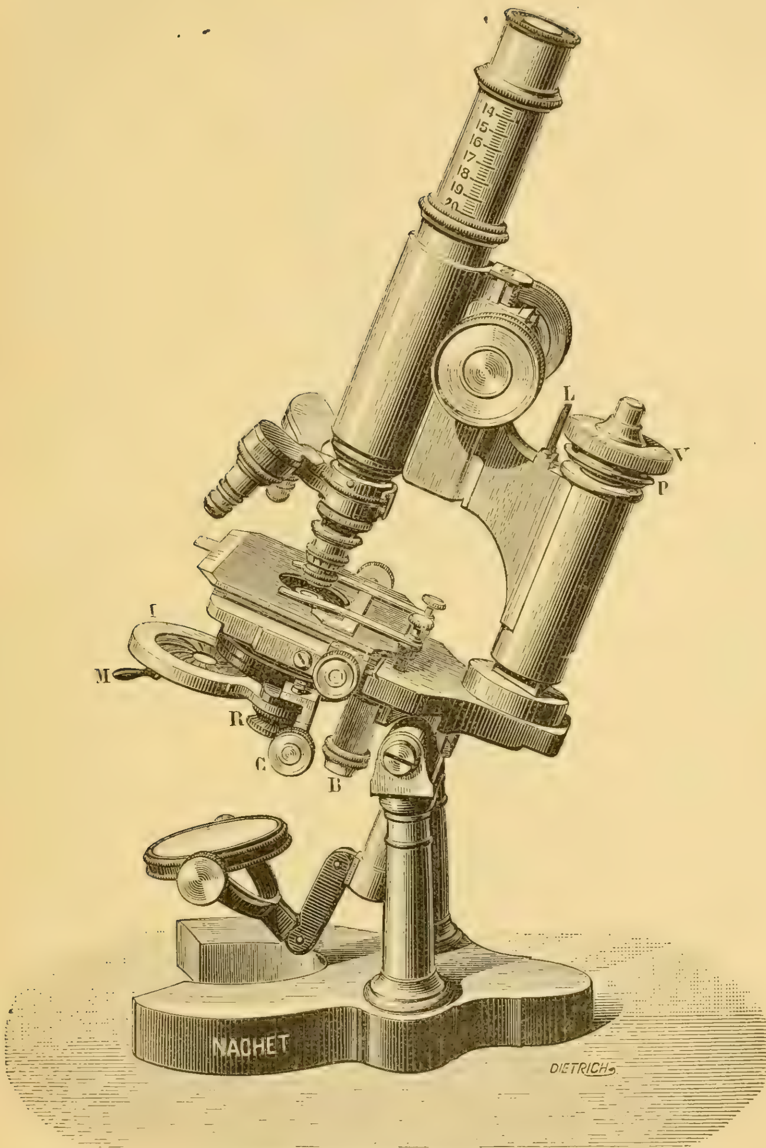


Fig. 3. — Microscope spécial, grand modèle de Nachet, pour études bactériologiques, avec nouvelle disposition du condensateur et du diaphragme-iris

V. Bouton du mouvement lent à pointe d'acier trempé.
L. Index de la division.
B. Bouton de la vis rapide pour modifier la distance du condensateur à l'objet.
C. Vis tangente actionnant la rondelle du diaphragme-iris I par la roue R.
M. Tige à l'aide de laquelle on modifie l'ouverture de l'iris.

gypse. — Éclairage à fond noir. — Micromètre oculaire. — Micromètre objectif (100e de millimètre). — Lentille à long foyer montée sur pied pour éclairer les corps opaques. — Accessoires de préparations, lames de verre, lamelles minces. — Collection d'instruments de dissection : aiguilles, scalpels, ciseaux, pinces fines, etc... Les objectifs sont enfermés dans des boîtes de maroquin et les accessoires dans des compartiments spéciaux.

Le prix de cet appareil complet est de 2 000 francs, chiffre qui n'a rien d'exagéré, si on songe qu'on ne peut se procurer le 1/50 de pouce de Powell et Lealand, qu'avec une pareille somme.

Le grand microscope pour laboratoire de bactériologie (fig. 3) est aussi un bel instrument très solide, construit pour les observations délicates avec tous les soins possibles. Les mouvements lents et rapides sont semblables à ceux du grand modèle n° 1, le condensateur à grand angle d'ouverture et son diaphragme-iris sont montés d'une façon très simple. Ce condensateur est porté par une sorte de lunette actionnée par une vis à pas rapide B, qui permet de l'éloigner de l'objet et de le faire descendre complètement pour le faire descendre en dehors de la platine afin de changer la partie optique du condensateur contre des diaphragmes ou d'autres appareils d'éclairage. La bague qui peut recevoir ceux-ci se plaçant simplement à baïonnette, l'échange se fait très facilement. Ces pièces sont toujours centrées. Le mouvement pour écarter l'iris I hors de l'axe est déterminé par une vis tangente C, en contact avec une petite rondelle R taillée pour lui donner un mouvement très rapide du va-et-vient de l'axe du condensateur à la périphérie ; ce dispositif nous paraît bien supérieur et moins encombrant que les crémaillères employées pour produire ce mouvement horizontal. A l'usage, l'on trouvera que ces manœuvres sont très commodes et très pratiques, et nous ne pouvons que féliciter M. Nachet d'avoir étendu récemment ces heureuses dispositions à tous ces instruments.

Le prix de la monture du modèle A, c'est-à-dire du microscope représenté dans la figure 3, sans objectifs ni oculaires, est de 300 francs. Nous remarquons que le prix de la platine mobile à charriot, si précise et si commode dans

les instruments de Nachet, par suite de la présence à gauche et à droite des boutons actionnant la crémaillère et la vis

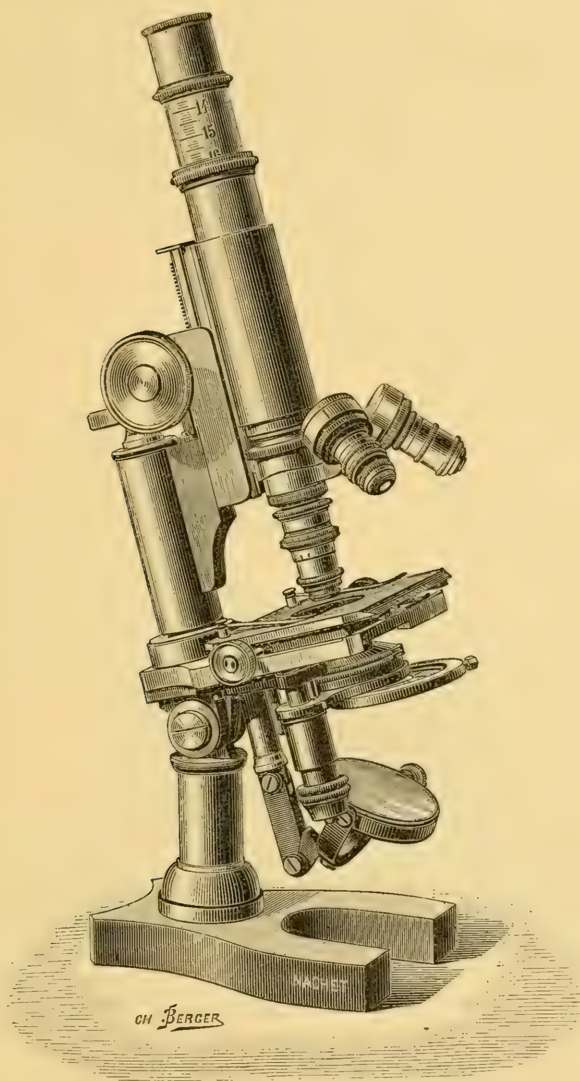


Fig 4. — Modèle moyen de Nachet pour études bactériologiques.

qui la meuvent, ce qui permet le mouvement directement diagonal, est seulement de 80 francs, alors que des platines semblables sont habituellemeut cotées à 125 francs.

La maison Nachet fournit un microscope bactériologique modèle moyen plus simple (fig. 4), avec le même système de montage du condensateur, même fini dans tous les détails de l'appareil, porté sur une seule colonne, à mouvement rapide par une crémaillère; le prix de cette monture en boîte d'acajou est de 230 francs. Quant au petit modèle, destiné également aux recherches courantes de bactériologie, il est très simplifié ; sa hauteur est de 0^m, 33 ; il possède un mouvement lent à vis de rappel, et un condensateur Abbe

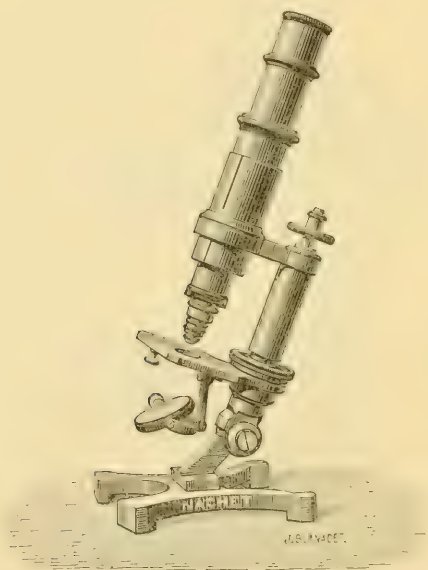


Fig. 5. — Microscope de voyage de Nachet monté pour l'observation

à deux lentilles ; la monture de cet instrument avec le condensateur et sa boîte est seulement de 100 francs. Tous ces instruments sont munis du nouveau mouvement lent (vis micrométrique à pointe d'acier trempé), ce qui leur donne une supériorité incontestable sur leurs analogues de la plupart des fabricants actuels.

Le microscope de voyage, plutôt de circulation, si léger et si solide, permettant l'emploi des objectifs à immersion et des condensateurs sous une forme réduite, est un joli instrument palladié, offrant toutes sortes de facilités pour

le travail rapide en voyage. Il peut servir à la fois de microscope d'observation et comme porte-loupe pour les dissections ; c'est le seul instrument qui réunisse, sous un petit volume, ces avantages (voir fig. 5, 6 et 7) ; et nous

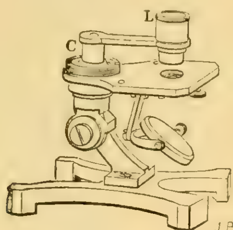


Fig. 6. — Microscope de voyage de Nachet transformé et appareil à dissection

devons ajouter qu'enfermé dans une boîte en maroquin de 0^m,19 de longueur sur 0^m,11 de largeur et 0^m,06 d'épaisseur, cet appareil coûte seulement, avec deux objectifs : les n°s 3 et 6, un oculaire et 2 doublets, la somme relativement minime de 200 francs.

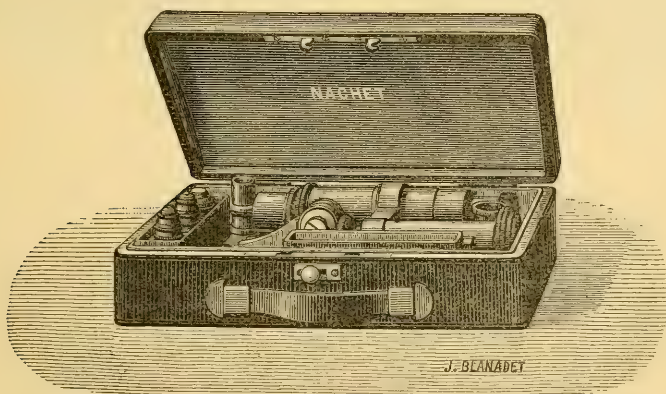


Fig. 7. — Microscope de voyage de Nachet dans son écrin.

Un autre microscope, véritablement de poche, car il n'a que 9 centimètres de longueur sur 5 centimètres de largeur, était exposé de même à Anvers. Cette miniature d'un microscope ordinaire, dont la boîte, ouverte par un artifice particulier, devient son pied et sa platine, et offre le

miroir tout prêt à éclairer l'objet ; en tirant le couvercle, qui est à glissement, on fait ouvrir le bout de la boîte, formé de deux volets, qui en s'élargissant, offrent une surface suffisante pour qu'on y puisse placer le porte-objet. Le corps et le mouvement lent enfermés dans la boîte s'ajustant sur ledit couvercle, le microscope est alors prêt pour être utilisé (*fig.* 8, 9).

Les vitrines de l'exposition de M. Nachet contenaient plusieurs dispositifs pour la photographie microscopique. Citons d'abord le grand microscope renversé (*fig.* 10), construit primitivement, il y a bon nombre d'années, pour des

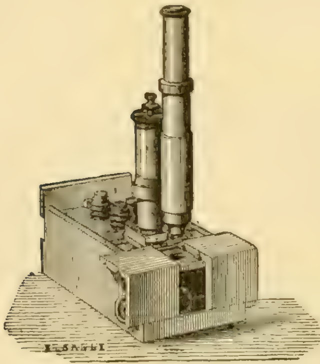


Fig. 8. — Microscope de poche de Nachet monté pour l'observation.

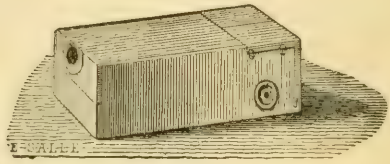


Fig. 9. — Microscope de poche de Nachet enfermé dans sa boîte.

recherches spéciales avec des grossissements considérables et qui s'adapte admirablement à la photographie des tests délicats ; c'est avec cet appareil que le D[r] H. Van Heurck a produit ses premières épreuves des diatomées les plus finement striées. M. Nachet l'a aussi employé pour obtenir le cliché des perles du *Surirella gemma* inséré dans son Catalogue de 1886. En effet, ce microscope offre ceci de particulier qu'il supprime toute ombre de trépidation, puisque tout l'appareil se trouve porté sur le gros tube vertical qui constitue sa base ; aucun organe ne porte donc à faux. La manœuvre de cet appareil est très facile, la tête de l'observateur étant presque à la hauteur de la platine, de telle sorte que les mains peuvent l'atteindre facilement et y pratiquer les opérations concernant l'éclai-

rage, la mise au foyer, les déplacements de la préparation qui se font sans perte de temps, et le plus naturellement pos-

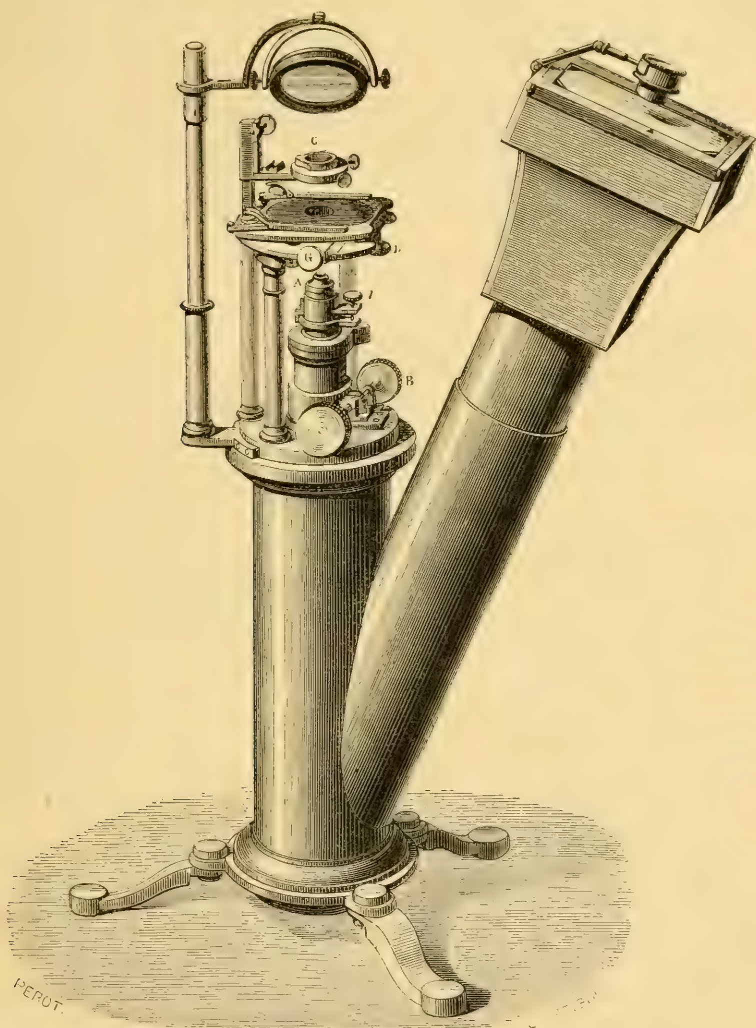


Fig. 10.— Grand microscope de Nachet pour les très forts grossissements et la photomicrographie.

sible, ce qui n'a certes pas lieu dans les appareils employés ordinairement. Les images photographiées sont absolument pures, comme le prouvent les clichés obtenus; bien

que la présence d'un miroir argenté, situé dans le fond du tube vertical, puisse faire supposer une perte de lumière, les expériences de Foucault prouvent qu'il n'en est rien. Cet appareil, sous une forme compacte, représente un développement de chambre noire égale à 1^m,80 de longueur.

Un autre microscope, placé à côté de celui que nous venons de décrire et utilisable pour les appareils photographiques à chambre horizontale, contient la disposition (*fig.* 11), que nous avons réclamé, il y a dix ans, à M. Nachet

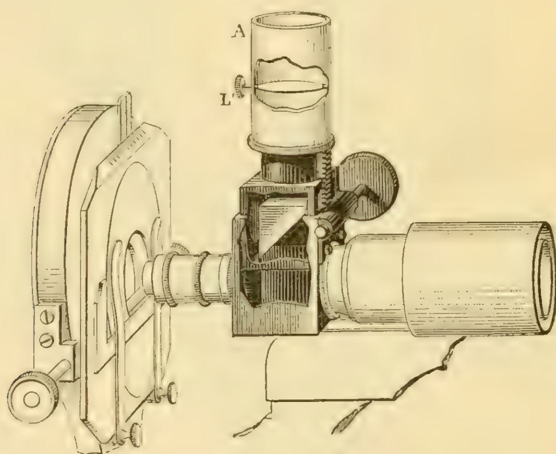


Fig. 10. — Prisme à réflexion totale adapté aux appareils photomicrographiques de Nachet pour l'observation de la préparation. Ce prisme soulevé, comme l'indique la figure, cesse d'intercepter les rayons qui vont alors produire l'image sur la glace sensible.

pour notre appareil photomicrographique de l'Observatoire de Montsouris. Ce système, en effet, permet d'organiser la recherche et l'éclairage de l'objet à photographier, de façon à n'avoir presque plus rien à faire au moment du tirage de l'épreuve, si ce n'est qu'à soigner, définitivement, la mise au foyer sur le verre dépoli, soit à l'aide d'une poulie de renvoi, ou, comme l'établit maintenant M. Nachet, au moyen d'une tige terminée par un ressort à boudin prévenant tout espèce d'à-coups dans la rotation qu'on imprime, à distance, au bouton du mouvement lent. La disposition optique qui permet de placer l'image de l'ob-

jet au plan focal, dans lequel est situé le verre dépoli, souvent très éloigné de la préparation, se compose d'un objectif placé dans le corps oculaire, qui, par sa mobilité, forme entre l'objectif et l'oculaire, une combinaison pan-focale L'objet est examiné avec l'oculaire qui vient d'être décrit, dans la position où le prisme à réflexion totale intercepte les rayons que l'objectif projette normalement dans la chambre noire ; le prisme relevé au moyen d'une crémaillère, l'image se produit librement sur le verre dépoli ou sur la couche sensible qu'on y substitue.

Nous ne cacherons pas à nos lecteurs qu'après une pratique de 10 à 12 ans, nous sommes devenu, quelque peu, l'ennemi des chambres noires d'une trop grande longueur, et des images photographiques de dimensions pareilles à celles qu'a exposé M. L. Duchesne d'Évreux. Pour nous, un des désidérata du photomicrographe est d'obtenir d'abord un cliché très pur, avec des objectifs puissants et des oculaires de projections parfaits, une image aussi irréprochable que possible, à 40 ou 50 centimètres de la préparation ; puis, si l'observateur le désire, au moyen de ce premier cliché, il peut aisément le grossir, le doubler et le quadrupler en surface, ce qui représente plus heureusement et avec moins de flou les images qu'il obtient directement en allongeant la chambre noire. Actuellement, nous faisons construire par la maison Nachet un instrument de travail de ce genre, dont nous donnerons la description, quand nous nous serons assuré qu'il répond bien exactement aux besoins de l'expérimentation et à nos exigences.

Nous ne parlerons pas comme nous l'avons déjà dit, des microscopes chimiques, pétrographiques et autres, des petits modèles et microscopes de dissection que la maison Nachet livre annuellement par centaines aux micrographes, pas plus que des chambres claires, des hématimètres, etc., qu'on trouve si parfaitement exécutés dans ses ateliers. A côté des révolvers porte-objectifs, à deux et trois corps, nous signalerons cependant le nouvel adaptateur de Nachet établi en modifiant l'idée première de M. le professeur Thuri, et qui peut s'appliquer à tous les microscopes; le changement des objectifs est si simple et si facile avec lui que nous conseillons aux micrographes de le faire adapter

à leurs instruments. Le centrage obtenu est aussi parfait qu'avec les pas de vis ordinaires; muni du pas de vis de la Société microscopique de Londres, il peut s'appliquer à tous les microscopes qui possèdent déjà ce pas; il suffit de munir seulement chaque objectif de la bague à la portée nécessaire (*fig.* 12 et 13).

M. Nachet construit une série de 11 à 12 objectifs à sec, très estimés. Son 1 nouveau, son 5 et son 7 à correction sont particulièrement préférés pour les études qui ne réclament pas l'immersion. Le prix de ces objectifs est réellement très modique : les nos 1 et 5 sont laissés chacun à 30 francs, le 7 avec la correction à 80 francs, ou, sans correction, à 45 francs.

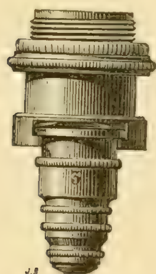


Fig. 12. — Adaptateur de Nachet. L'objectif se voit fixé au microscope.

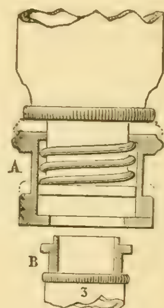


Fig. 13. — Mécanisme de l'adaptateur de Nachet.

Au nombre des objectifs à immersion à eau sortis de la maison Nachet, nous possédons 1/10 de pouce de foyer équivalent, sans correction, tout aussi bon et aussi inaltéré aujourd'hui qu'en 1876, époque où nous l'avons acheté, et qui, depuis, nous a rendu les plus grands services dans nos recherches journalières. Si notre mémoire ne nous trompe pas, il nous semble l'avoir payé 100 francs, à cette époque.

Le 18e de pouce N° 10, de M. Nachet, à immersion à eau, est un objectif d'un pouvoir définissant remarquable, et peut être utilisé dans les recherches sur les bactéries colorées ou non colorées. (Prix avec la correction 200 francs.)

Enfin, la maison Nachet construit 4 objectifs à immersion

homogène ce sont les N°s 9, 10, 11 et 12 de 1/14 à 1/40 de pouce de foyers équivalents et de 1,20 à 1,30 d'ouverture numérique ; leur prix avec la correction oscille de 200 à 500 francs. Le 1/40 est remplacé maintenant par le 2 mm. apochromatique (ouverture numérique = 1,35) dont on dit beaucoup de bien.

Le D^{r} van Heurck, si compétent et si impartial dans les jugements qu'il porte sur les objectifs des divers constructeurs, s'exprime ainsi sur le N° 10 à immersion homogène de M. Nachet :

« Cet objectif est, en réalité, un apochromatique, quoique M. Nachet ne lui en donne pas le nom. Dans l'éclairage axial, le *Pygidium* et le *Podura* sont nettement définis, et le dessin est d'un beau noir et pur. Le 12e groupe de Nobert est assez bien vu, le *Pleurosigma* est nettement défini, de même que le bacille de la tuberculose, qui donne des images très nettes.

« Dans l'éclairage oblique, l'*Amphipleura* est bien résolu, mais la valve apparaît un peu déformée. Avec ajustage parfait de la correction, on parvient à voir le 19e groupe de Nobert dans le médium jaune. La distance frontale de cet objectif, de même que du précédent (N° 10 à immersion dans l'eau, ON = 1,20), est notable, et le travail est commode. »

Nos relations constantes avec la maison Nachet nous gênent beaucoup pour faire suivre le compte rendu de son exposition d'Anvers des réflexions flatteuses dont nous aurions accompagné, certainement, ce compte rendu, si ces réflexions avaient pu ne pas être taxées de complaisantes par quelques esprits mal faits et peu bienveillants ; aussi, avons-nous laissé la parole à M. le D^{r} van Heurck, qui sait très bien, avec nous, que la maison Nachet est la première de France qui a pu, seule, répondre, d'une façon plus que satisfaisante, aux exigences des observateurs, et, nous ajouterons, qui peut seule, avec succès, lutter contre l'envahissement des montures et des objectifs étrangers, dont le flot envahissant aurait pour résultat d'inonder nos laboratoires d'instruments de qualités douteuses et de systèmes optiques qui, a valeur égale, ont le triste privilège de s'altérer spontanément. M. Nachet, qui a l'obligeance de mettre si sou-

vent au secours des micrographes, qui s'adressent à lui, les ressources de sa grande expérience, partage avec Powell et Lealand, de Londres, le défaut, si cela en est un, d'être trop savant pour être commerçant, en tout cas trop scrupuleux pour signer un instrument qui ne soit de tout point irréprochable. Cette façon d'agir est du reste une tradition dans cette maison qui a 52 ans d'existence et qui voit déjà s'y succéder trois générations.

Powell et Lealand, à Londres, n° 170, Euston Road

Cette maison hors ligne, si consciencieuse, et pour cela si estimée en Angleterre, en Amérique et sur le Continent, avait exposé à Anvers un seul de ses microscopes, son stand n° 1 et des combinaisons optiques en petit nombre, sur lesquelles nous reviendrons un peu plus bas.

Les instruments de Powell et Lealand sont des microscopes anglais à forme typique ; leur stabilité est à toute épreuve et leur perfection mécanique défie tous les microscopes construits jusqu'à ce jour.

Le grand stand exposé a pour base de sustentation un trépied, ce qui lui donne appui sur trois points. Or, on sait en mécanique qu'un pareil système peut s'appuyer sans aucun chevauchement sur une surface, quelle qu'en soit l'inégalité. Un des pieds de l'instrument est placé vers l'observateur, les deux autres sont situés en avant et forment un angle dièdre dans lequel se meut l'instrument. C'est sur deux prolongements verticaux venus de ces deux pieds antérieurs que se trouve suspendu le microscope proprement dit, par un axe autour duquel il s'incline à volonté jusqu'à l'horizontalité.

Le tube du microscope, long de $0^{m},25$ environ, est soutenu par une potence massive défiant toute flexion et à laquelle on peut communiquer un mouvement rapide au moyen d'une crémaillère, et un mouvement lent avec une vis micrométrique dont le chapeau est gradué. Au-dessous de l'axe de rotation et perpendiculairement au plan méridien, se trouve placée une platine tournante surmontée ordinairement d'un chariot mobile à mouvement rectangu-

laire gouverné par deux vis latérales; sous cette platine et indépendamment d'elle, sont placés les appareils d'éclairage toujours si commodément et si confortablement établis dans les instruments des constructeurs anglais : les mouvements lents pour monter et descendre les diaphragmes et les condensateurs, mouvements latéraux en plusieurs sens pour l'éclairage oblique, mouvement de centrage et grand miroir indépendant, à course très étendue, soutenu par une double genouillère. On aura une idée de la grandeur du stand n° 1 de Powell et Lealand en apprenant que lorsque l'instrument est incliné dans sa position horizontale, son axe optique est parallèle à la table à une hauteur de $0^{m},25$.

Le prix de cette magnifique monture avec deux oculaires, est de 1050 francs. Cette même maison construit des modèles plus petits, un peu moins compliqués, mais tout aussi soignés; son stand n° 2 est coté à 700 francs, son stand n° 3 à 500 francs. Ces prix paraîtront sans doute élevés aux micrographes de notre continent, mais on doit songer que les dimensions des instruments de Powell et Lealand sont presque doubles de celles de nos microscopes, et, on doit aussi le reconnaître, les constructeurs de l'Angleterre ont pour habitude de donner un fini aussi parfait que possible à leurs beaux appareils; il paraît très naturel que ce surcroît de travail soit à la charge des acheteurs.

La maison qui nous occupe ne construit pas moins de 45 objectifs achromatiques : 19 objectifs à sec, 6 objectifs à immersion à eau, 10 objectifs à immersion homogène.

Le foyer équivalent des objectifs à sec varie de 4 à 1/16 de pouce; les ouvertures numériques s'échelonnent entre 0,08 et 0,99; leur prix oscille de 30 francs à 425 francs.

Les objectifs à immersion à eau, dont la grande réputation est parfaitement justifiée, ont un foyer diminuant de 1/4 à 1/25 de pouce, et une ouverture numérique voisine de 1,25.

Les objectifs à immersion homogène possèdent des ouvertures numériques pouvant aller jusqu'à 1,50, et des foyers équivalents compris entre 1/8 et 1/50 de pouce; ils sont tous munis d'un collier à correction; leur prix est très variable. Si on peut se procurer des 1/8, 1/12 et 1/16 de

pouce pour la somme de 200 francs, le 1/50 de pouce de 1,33 d'ouverture n'est pas cédé à moins de 2 000 francs. Il faut donc être riche pour satisfaire au désir de posséder ce dernier objectif, que MM. Powell et Lealand doivent vendre plutôt à des millionnaires qu'à des savants.

Le prix des oculaires d'Huyghens à petit et grand champ visuel varie de 18 fr. 75 à 25 francs.

Comme on le pense, la maison Powell et Lealand n'a pas été une des dernières à construire des objectifs apochromatiques ; ses nouvelles séries sont excellentes, et, si on en juge par les photomicrographies que nous avons vu exposées, entre autres celle d'un frustule de *Navicula spectabilis,* résolue en perles d'une extrême netteté et d'un relief saisissant, effectuée avec le 1/4 de pouce, et d'un *Coscinodiscus asteromphalus;* ses combinaisons semblent n'avoir rien à désirer. C'est d'ailleurs l'opinion du Dr H. van Heurck, qui a plus particulièrement étudié le 1/8 de pouce, avec lequel il a parfaitement résolu les perles de l'*Amphipleura pelucida* et le dix-neuvième groupe du test de Nobert.

Ces objectifs sont d'un prix élevé, mais encore abordable ; le 1/4 de pouce de 0,85 d'ouverture à sec peut être acquis pour 275 francs; le 1/8 à immersion homogène de 1,40 pour 665 francs. Citons en terminant cette énumération le 1/10 de pouce apochromatique de 1,50 d'ouverture, dont le prix est de 1250 francs ; il n'est pas à la portée de tous de se le procurer, pas plus que l'apochromate 1,60 d'ouverture de Carl Zeiss.

A l'Exposition d'Anvers, la maison Powell et Lealand avait tenu surtout à faire apprécier les qualités de son *large compound, microscope stand n° 1* ; des 3 objectifs apochromatiques déjà signalés : le 1/4 de pouce à sec de 0,95 d'ouverture, le 1/8 à immersion homogène de 1,40 d'ouverture, et le 1/10 de pouce également à immersion homogène de 1,50 d'ouverture; de ces oculaires compensateurs (prix, 50 francs) et enfin de ses condensateurs apochromatiques qui jouissent à bon droit d'une réputation universelle.

Le condensateur apochromatique à sec de Powell et Lealand, corrigé pour l'épaisseur des porte-objets, a une

ouverture numérique de 0,95; il est un des meilleurs qui puissent être employés pour la photomicrographie ; son prix est de 150 francs.

Le condensateur apochromatique à immersion à huile, de 1,40 d'ouverture, coûte deux fois plus cher, c'est-à-dire 300 francs. Nous n'avons pas eu occasion de nous servir de ces combinaisons optiques, mais le jury de l'Exposition d'Anvers loue très fortement cette manière d'éclairer les objets.

Les visiteurs de l'exposition n'ont pas sans doute manqué de faire cette réflexion (qui ne saurait être d'ailleurs désobligeante pour M. Carl Zeiss, et qui prouve seulement que ce constructeur sait faire grandement les choses) que cet opticien allemand avait quelque peu envahi la vaste salle de l'Athénée royal consacrée à la micrographie, alors que c'était dans une place beaucoup trop modeste que se trouvait le microscope de Powell et Lealand, le plus parfait qui fût dans la même salle ; nous nous trompons, à côté de ce Powell et Lealand, s'apercevait, nous ne savons pas exposé par qui, un *radial de Wenham*, de la maison du célèbre André Ross, qui semblait l'égaler en perfection mécanique.

E. Hartnack, 39, Waisen-Strasse, à Postdam

Cette maison, actuellement en Allemagne, a eu son berceau en France, Oberhaüser, qui doit compter parmi les constructeurs les plus habiles, céda sa maison à son neveu Hartnack, qui la passa au célèbre Prazmowski, mathématicien et astronome, et aujourd'hui les ateliers d'Oberhaüser sont la propriété de MM. Bézu et Hausser. Le premier microscope que nous avons eu entre les mains a été un Oberhaüser, datant de 1860 environ. Il nous avait été confié par un naturaliste très distingué, notre savant confrère le Dr Philadelphe Thomas, que la micrographie a malheureusement perdu, mais que l'agronomie a su attirer à elle.

Cette origine de la maison d'Hartnack est sans doute la raison pour laquelle nous connaissons, ici, parfaitement

non seulement les microscopes de ce constructeur, mais encore les formes hybrides qui en dérivent, par exemple: les microscopes de Bézu et Hausser, 1, rue Bonaparte; ceux de M. Vérick, *élève spécial d'Hartnack*, dont les instruments jouissaient, il y a peu de temps, d'une certaine vogue.

Les microscopes de M. Vérick, qui sont encore très répandus dans beaucoup de laboratoires français, reflètent exactement les anciens modèles de la maison d'Hartnack. Le dispositif en est le même : ils ont le pied lourd, la platine carrée, l'ossature trop massive, leur miroir glisse dans une grosse pièce oscillant à gauche et à droite, avec un mouvement de charnière allant d'arrière en avant ; le porte-tube des diaphragmes et de l'éclairage est enchâssé dans une pièce carrée à queue d'aronde, coulissant au-dessous de la platine. Nous possédons un microscope de ce genre (modèle Ranvier), assez coquet, à mouvement rapide à crémaillère, à rotation autour de l'axe optique, et à renversement. A l'Observatoire de Montsouris, on se sert encore parfois du grand modèle Vérick, devenu aujourd'hui insuffisant, bien qu'il soit muni d'un éclairage Abbe, glissant aisément dans le tube porte-diaphragme.

Si les instruments empruntant leur forme originaire à l'ancienne maison Hartnack et Prazmowski sont restés à peu près stationnaires, M. Hartnack a, au contraire, singulièrement perfectionné ses appareils, qui se trouvent actuellement débarrassés de la tige beaucoup trop grosse où coulissait intérieurement la pièce soutenant le miroir; aujourd'hui, cette pièce consiste en un petit anneau carré muni d'une vis latérale de serrage, ce qui permet de fixer le miroir à diverses hauteurs sur la tige carrée beaucoup plus petite qui le soutient.

Les beaux statifs IV, V et VI qui étaient exposés à Anvers n'ont plus la pièce porte-diaphragme coulissant au-dessous de la platine. Les éclairages ordinaires et d'Abbe sont disposés comme dans la plupart des microscopes : ils possèdent un mouvement lent; au-dessous d'eux, se trouve un diaphragme-iris pouvant être excentré horizontalement au moyen d'un pignon actionnant une crémaillère ; tous ces mouvements sont très précis et la vis micrométrique, particulièrement soignée, fonctionne d'une façon très

remarquable, de même que la rotation autour de l'axe optique, dans les microscopes qui possèdent ce mouvement.

Ces divers statifs, d'un usage courant dans toutes les recherches de micrographie, sont relativement très bon marché, leur monture avec le condensateur et le diaphragme-iris, varie de 225 francs à 337 fr. 50.

Le plus beau statif, le n° VII (1), coûte 337 fr. 50 ; le statif VI, 225 francs ; le statif V (modèle du professeur Babuchin), 270 francs.

Malheureusement, comme Carl Zeiss, Leitz, Reichert et même Nachet dans ses modèles spéciaux pour les études bactériologiques, Hartnack n'a pas résisté à cet entraînement fâcheux qui consiste à éloigner le tube du microscope de l'axe vertical de la vis micrométrique. Cette façon de faire, écrase les instruments, les rend bossus et difformes, supprime leur grâce et leur légèreté, et cela dans quel but ? M. Carl Zeiss nous le dit avec candeur, de façon à pouvoir placer des *plaques de cultures* sur des platines de 12 centimètres de diamètre. Pourquoi faire des plaques de cultures sur la platine d'un microscope ? Est-ce pour y chercher avec des objectifs de 1,5 à 2 millimètres de foyer équivalent, des colonies perdues dans une couche de gélatine de 4 à 5 millimètres au moins d'épaisseur, qui devraient apparaître avec des diamètres variant de 1 mètre à 50 cent. ; mais les microscopes puissants ne sont pas faits pour regarder des plaques de cultures, ils sont faits pour observer des bactéries ou d'autres objets enfermés dans des préparations ; si on a besoin de voir des colonies perdues dans des plaques, qu'on construise, pour ceux que ce spectacle récrée, des loupes montées sur de long bras de levier ou armées d'un système composé de 3 pouces de hauteur et d'un grossissement de 100 diam. comme j'en fais construire à M. Nachet, pour examiner rapidement les poussières et les dépôts abandonnés par les eaux impures. Ainsi donc, c'est pour un motif aussi futile, pour une idée aussi saugrenue, comparable à celle qui germerait dans

(1) Contrairement à ce qui a lieu dans la plupart des maisons, les grands modèles de M. Hartnack portent la désignation numérique la plus élevée. C'est ainsi que le statif II correspond au plus petit modèle.

l'esprit d'un micrographe, d'observer des rats et des cobayes sur la platine d'un microscope que les constructeurs les plus renommés de l'Europe, ont bénévolement consenti à déformer, à abîmer, l'expression n'est pas forcée, leurs beaux instruments. Mais cette disproportion entre ces larges platines et le tube continental qui n'a que 160 millimètres frappe la vue et l'afflige; en outre, on force l'observateur, quand les nécessités de l'expérimentation réclament la vue d'en haut des préparations horizontalement placées, à plier son cou d'une façon fatigante, à appliquer sa poitrine contre le bouton de la vis micrométrique, qu'on ne peut plus aisément manier; tous ces inconvénients disparaîtraient comme par enchantement, si l'on se contentait de faire glisser les tubes de microscopes beaucoup plus près de leur colonne de sustentation. Les instruments aujourd'hui déformés reprendraient leur ancienne légèreté, et n'en seraient pas moins utiles, car, je le répète, des plaques de 12 centimètres de diamètre ne sont pas plus pour être placées sous le microscope que des aquariums de cette dimension pour y observer des algues et des infusoires. Nous souhaitons qu'une réaction se fasse contre ces exigences injustifiées et que les constructeurs, en matière d'esthétique, consultent plutôt leur goût, que ces idées bizarres, on se ne sait comment, devenues à la mode.

Dans le statif V d'Hartnack, l'axe optique est éloigné de la vis micrométrique de 9 centimètres. Dans le statif I*a* de Carl Zeiss, l'écart est de plus de 8 centimètres. Dans le grand modèle pour la bactériologie de Nachet, il est au moins de 9 centimètres, alors que dans le plus grand modèle de ce constructeur, cette distance n'est que de 6 centimètres. Aussi, pour masquer l'aspect disgracieux de cet état de choses, les opticiens, sous le prétexte de faire voir les divisions millimétriques du tube de tirage et souvent même sans ce semblant de nécessité, représentent-ils leurs instruments, non plus avec la hauteur continentale de 160 millimètres, mais avec 200 et 240 millimètres de longueur, c'est-à-dire avec des longueurs de tubes qui sont celles des microscopes anglais.

M. Hartnack avait exposé à Anvers, un appareil photomicrographique très pratique et très remarqué, se compo-

sant d'un microscope renversé horizontalement, et d'une chambre noire à soufflet fixé sur un bâti porté par cinq vis calantes. Du microscope nous avons peu de chose à dire, c'est un des modèles de la maison, dont le corps peut recevoir des oculaires à projections; il présente cependant un défaut, on est obligé, ou de chercher l'objet à photographier sur la glace dépolie, ou de relever l'instrument, et dans ce cas, on doit le libérer de la courroie sans fin, qui embrasse la vis micrométrique.

La chambre noire offre au contraire quelques particularités intéressantes à signaler, d'abord son soufflet est léger et bien soutenu ; ensuite, l'arbre qui actionne la vis micrométrique, se perd dans le centre du bâti, au lieu de se trouver latéralement placé comme dans certains instruments ; le pignon qui est destiné à transmettre le mouvement de rotation au bouton du mouvement lent transformé en poulie, actionne la vis par l'intermédiaire d'un système où la vitesse initiale donnée par la main diminue considérablement, ce qui permet une mise au point très précise et évite de longs tâtonnements.

La même maison construit d'excellents objectifs achromatiques au nombre de 15, savoir : 9 objectifs à sec, 2 objectifs à immersion à eau, 2 objectifs à immersion homogène les n^os I et II, et enfin deux excellents systèmes apochromatiques à immersion, chacun de 1,35 d'ouverture numérique, de 2 millimètres et 1^mm,33 de foyer équivalent, qui sont respectivement vendus aux prix de 312 fr. 50 et de 375 francs.

Les objectifs à immersion homogène I et II, d'une grande ouverture numérique 1,30, sont très estimés et laissés à des prix bien abordables (187 fr. 50 et 225 fr.).

Quant aux objectifs à sec, ceux que nous avons eus entre les mains nous ont toujours parus très bons, mais nous devons mentionner tout spécialement les objectifs à immersion dans l'eau, d'une très grande ouverture 1,25, que n'atteignent pas ceux de M. Carl Zeiss et dont le dix-huitième de pouce de M. Nachet, le 1,24 d'ouverture se rapproche au contraire tout à fait. Ces immersions à eau, nous le répétons, sont des systèmes optiques qu'on ne saurait trop estimer.

La maison de Hartnack doit donc compter parmi les plus

célèbres de l'Europe, elle a eu pour fondateur l'un des plus illustres opticiens, Oberhaüser, qui, avec Charles Chevalier et Nachet le père ont fondé, ainsi que le dit judicieusement le Dr Pelletan, le modèle continental actuel; il est infiniment regrettable que les malheurs qui accompagnent toujours les coalitions sanglantes qu'on appelle les guerres, aient privé la France d'une maison qui occupait à Paris l'un des premiers rangs.

(*A suivre.*)

REVUES ET ANALYSES[1]

W. Zopft. — **Sur un nouveau champignon parasite des racines de Lupin** (*Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten,* Band I, Heft 2).

Comme les autres plantes cultivées, les Lupins ont leurs champignons parasites, notamment l'*Uromices Genistæ-tinctoriæ*, l'*U. Antyllidis*, *l'Erysiphe Martii*, etc. ; le champignon trouvé par Zopf sur les racines de cette plante dans une culture en petit semble être nouveau.

Il détermine un brunissement caractéristique des racines : ce champignon possède deux sortes de conidies ; les unes incolores sont formées en file unique dans un tube d'où elles sortent les unes après les autres. La seconde espèce de conidies se montre ensuite ; leur couleur est brune et c'est elle qui produit l'aspect spécial de la maladie ; ces spores groupées en file sur leurs basides rappellent l'aspect d'un *Phragmidium;* elles se détachent à partir de l'extrémité supérieure vers la base. Une telle différence dans la production des deux espèces de conidies pourrait faire croire qu'il y a là deux espèces différentes : il n'en est rien cependant puisqu'on les rencontre sur le même *mycelium.*

Finalement, il se produit des périthèces dans lesquels des filaments se renflent en forme d'œuf; chacun d'eux donne naissance à huit spores.

Ce parasite attaque également les *Trigonella cœrulea*, *Onobrychis Crista galli* et *Pisum sativum.* P.-A. D.

D. Tavel. — **Contribution à l'étiologie de la suppuration dans la tuberculose** (Mémoire paru dans l'ouvrage publié à l'occasion du jubilé du professeur Kocher, à Berne. Wiesbaden chez Bergmann).

Jusqu'ici la question de l'étiologie des suppurations dans la tuberculose n'était pas résolue d'une façon définitive. Ainsi Garré, Krauss, Steinhaus ne trouvent dans le pus tuberculeux que les

(1) Les travaux qui rentrent dans le cadre des *Annales de micrographie* seront analysés au fur et à mesure de leur réception au bureau du journal.

bacilles spécifiques de la tuberculose, ou point de microorganismes du tout. De Ruyter, au contraire, ainsi que Roth, y trouvent constamment d'autres bactéries, en particulier les microbes pyogènes par excellence, c'est-à-dire des staphylocoques. Ils en concluent donc que, dans la tuberculose, la suppuration est toujours causée par d'autres bactéries que le bacille de la tuberculose. Cependant les expériences de Koch sur la tuberculine montrent que des cultures de tuberculose tuées par la chaleur produisent des abcès locaux quand on les inocule sous la peau du cobaye. De même, dans la tuberculose produite expérimentalement, on voit généralement un abcès survenir au point d'inoculation. Il semble donc que le bacille de Koch est bien doué de propriétés pyogènes. Ceci n'a, d'ailleurs, rien d'étrange, car on découvre tous les jours maintenant que nombre de bactéries pathogènes peuvent aussi produire des suppurations (bacille typhique, M. *tetragenus*, microorganisme de l'actinomycose, etc).

Pour élucider définitivement cette question, M. le Dr Tavel a fait, dans une série de 40 cas d'abcès présentant les caractères d'une affection tuberculeuse une analyse bactériologique complète. En premier lieu, le Dr Tavel commença généralement par établir, ce que n'avaient pas toujours fait ses prédécesseurs, par des inoculations à des cobayes et par la constatation de la présence des bacilles spécifiques, la nature tuberculeuse de ces abcès. Il faisait en même temps des inoculations sur gélatine et agar (piqûres et plaques) pour constater la présence ou l'absence des bactéries pyogènes vulgaires. Notons qu'ils choisissait de préférence des abcès à marche aiguë, chez lesquels une infection mixte paraissait plus probable que dans des abcès froids proprement dits. Dans cinq cas, en effet, une infection mixte fut constatée ; dans cinq autres, la suppuration se trouva être due aux microbes pyogènes ordinaires, l'origine tuberculeuse de la suppuration étant exclue par le résultat des inoculations et la marche clinique subséquente de l'affection. Dans les 30 autres cas, par contre, dans lesquels le diagnostif de tuberculose se trouva absolument confirmé, on ne trouva aucune autre bactérie que le bacille de la tuberculose. Ces résultats, obtenus par des méthodes qu'aucune critique ne saurait atteindre, démontrent ainsi clairement les propriétés pyogènes du bacille de Koch.

M. le Dr Tavel résume son important travail dans les conclusions suivantes :

1° Chez l'homme les suppurations tuberculeuses d'origine hématogène sont des monoinfections, produites par le bacille de la tuberculose à l'exclusion d'autres bactéries dites pyogènes ;

2° Quand on rencontre une infection mixte, elle a généralement procédé du dehors ;

3° Quand on trouve d'autres bactéries dans un abcès qui n'a jamais été en communication avec les parties superficielles du

corps, on n'y trouve généralement point de bacilles de la tuberculose ;

4° Une prédisposition des foyers tuberculeux pour une infection hématogène n'est pas prouvée ;

5° Les expériences cliniques et les résultats des inoculations aux cobayes semblent démontrer que le pus tuberculeux n'exerce pas d'action prohibitive sur les bactéries dites pyogènes.

E. F.

Dr R. Emmerich et O. Mastbaum. — **La cause de l'immunité, la guérison des maladies infectieuses, en particulier du rouget du porc, et une nouvelle méthode de vaccination contre cette maladie** (*Archiv für Hygiene*, XII, p. 275).

Dans un précédent mémoire déjà, M. Emmerich avait constaté que le bacille du rouget introduit dans l'organisme du lapin vacciné contre cette maladie y était rapidement détruit et qu'on ne le retrouvait plus vivant dans le sang ni dans les organes après 8 heures. M. Emmerich attribuait ce fait à la formation d'un poison antibactérien dans les organes du lapin vacciné. M. Metschnikoff, qui, on le sait, fait dépendre le phénomène de l'immunité de l'activité des phagocytes, avait repris ces expériences et était arrivé à des résultats absolument contraires. Dans ses expériences, il retrouvait les bacilles vivant de 1/2 heure à 4 jours après leur inoculation. Il relevait en même temps quelques points faibles dans le dispositif des expériences de M. Emmerich (emploi de cultures d'une faible virulence). Ce dernier, que les critiques de M. Metschnikoff paraissent avoir mis de fort méchante humeur, a repris ses premières expériences, en se servant, cette fois-ci, de cultures très virulentes et d'une plume plus virulente encore. Nous ne nous attarderons toutefois pas longtemps à la polémique qui fait l'objet de la première partie de son mémoire. Disons seulement que l'auteur a trouvé ses premiers résultats absolument confirmés par cette seconde série d'expériences ; à cet égard, il conclut en disant que l'organisme réfractaire détruit les bacilles introduits par injection intraveineuse en 8, au plus en 10 heures, même quand ils ont été injectés au nombre de plusieurs millions. Ces diversités dans les résultats peuvent tenir à ce que les expérimentateurs n'ont pas opéré dans des conditions identiques, Ainsi M. Metschnikoff, vaccine ses lapins au moyen de cultures atténuées, M. Emmerich, par l'injection intraveineuse de petites quantités de cultures virulentes. Ce dernier faisait aussi l'inoculation subséquente par la voie intraveineuse. M. Metschnikoff se bornait à inoculer les bacilles dans le tissu sous-cutané de l'oreille. Quoi qu'il en soit de la cause de ces contradictions apparentes, M. Emmerich maintient donc ses pre-

mières conclusions. Il n'a jamais non plus, pendant ces 8 heures, durant lesquelles l'organisme détruit les bacilles, constaté la présence de bacilles dans des phagocytes ; il en conclut que la phagocytose ne joue aucun rôle dans la production de l'immunité et suppose que c'est un poison contenu dans les tissus de l'animal vacciné qui tue les bactéries comme le ferait une solution d'acide phénique ou de sublimé. Il va même plus loin. Il a constaté que chez le lapin qui n'a pas été rendu réfractaire, les phénomènes de phagocytose sont au contraire fréquents, et il en déduit, puisqu'ils manquent chez le lapin immunisé, que les phagocytes, loin d'être les facteurs de l'immunité, favorisent au contraire l'infection en transportant les bacilles dans les diverses parties du corps. Voilà qui fera plaisir aux adversaires de la théorie phagocytaire. Peut-être pourrait-on dire que qui veut trop prouver ne prouve rien. Il y a, en tout cas, trop de faits qui parlent en faveur d'un rôle protecteur que joueraient, dans certaines conditions, les phagocytes, pour qu'on puisse les accuser maintenant de faciliter, au contraire, l'entrée de l'ennemi.

Partant de l'idée que les tissus de l'animal vacciné contiennent un poison pour le bacille, MM. Emmerich et Mastbaum ont cherché à vacciner et même guérir les animaux déjà malades par des substances extraites du corps de l'animal vacciné. Disons qu'ils attachent une grande importance à ce que l'animal ait été vacciné d'une manière intense. Pour renforcer l'effet de la vaccination, ils inoculaient ensuite les animaux à plusieurs reprises avec des cultures très virulentes. Ils étaient alors sacrifiés par pendaison, les organes hachés en petits morceaux et le suc extrait au moyen d'une presse hydraulique. Il était ensuite filtré à la bougie Chamberland. Le sang était aussi filtré de la même manière. Il résulte de leurs expériences que des souris inoculées avec de fortes quantités de cultures très virulentes ne meurent pas quand on leur injecte simultanément ou même 1/2 heure après, 2-3 centimètres cubes de suc ou de sang filtré d'un lapin rendu réfractaire. Deux souris seulement sur neuf moururent malgré le traitement. En ne commençant le traitement que 7 heures après l'inoculation les auteurs purent encore sauver deux souris sur trois. Avec les lapins les résultats furent également très concluants et les auteurs purent guérir par l'injection intraveineuse de leur liquide des lapins inoculés par la voie intraveineuse avec de fortes quantités (1 1/2 centimètre cube de culture) de bacilles. Ce liquide a aussi les propriétés d'un vaccin, c'est-à-dire qu'injecté quelques jours avant l'inoculation, il rend l'animal réfractaire. Ce mode de vaccination serait précieux dans la pratique, car il ne présenterait aucun danger pour les animaux vaccinés.

En terminant, les auteurs annoncent qu'ils expérimentent ce nouveau procédé sur d'autres maladies, en particulier sur la tuberculose.

E. F.

PUBLICATIONS RÉCENTES

PROTOPHYTES ET BACTÉRIES

LANNELONGUE et ACHARD. — Etude expérimentale des ostéomyélites à staphylocoques et à streptocoques (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 209).

M. HERMAN. — De l'influence de quelques variations du terrain organique sur l'action des microbes pyogènes (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 243).

V. BABÈS et V. OPRESCU. — Sur un bacille trouvé dans un cas de septicémie hémorrhagique présentant certains caractères du typhus exhantématique (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 273).

L. PERDRIX. — Sur les fermentations produites par un microbe anaérobie de l'eau (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 286).

AD. LUCET. — Dysenterie épizootique des poules et des dindes (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 312).

PROTOPOPOFF. — Sur la question de la structure des bactéries (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 332).

S. CHOR. — Traitement du charbon par le bi-carbonate de soude d'après la méthode de M. Fodor (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 337).

L. PERDRIX. — Les vaccinations antirabiques à l'Institut Pasteur, en 1890 (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 344).

DU CAZAL et VAILLARD. — Sur une maladie parasitaire de l'homme transmissible au lapin (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 353).

TRAPEZNIKOFF. — Du sort des spores de microbes dans l'organisme animal (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 362).

E. KAYSER. — Contribution à l'étude physiologique des levures alcooliques du lactose (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 394).

J. MASSART et CH. BORDET. — Le chimiotaxisme des leucocytes et l'infection microbienne (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 417).

N. SAKHAROFF. — Recherches sur le parasite des fièvres paludéennes irrégulières (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 445).

E. Kayser. — Note sur les ferments de l'ananas (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 456).

N. Tchistovitch. — Etude sur la pneumonie fibrineuse (2e mémoire) (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 450).

E. Metchnikoff. — Etudes sur l'immunité (4e mémoire) (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 465).

E. Metchnikoff et Roux. — Sur la propriété bactéricide du sang de rat (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 479).

J. de Christmas. — Etudes sur les substances microbicides du sérum et des organes d'animaux à sang chaud (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 487).

Petermann. — Sur la substance bactéricide du sang décrite par le professeur Ogata (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 506).

Rovdenko. — Influence du sang de grenouille sur la résistance des souris contre le charbon (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 515).

E. Roux. — De l'immunité. Immunité acquise et naturelle. Discours prononcé le 12 août au Congrès d'hygiène et de démographie de Londres (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 517).

Frankland, Percy, F. Stanley, Arthur and Frew W. — Fermentations induced by the pneumococcus of Friedlaender. Des fermentations provoquées par le pneumococcus de Friedlaender (*Transactions of the chemical Society of London*, 1891).

P. Sleskin. — Die Kieselsäuregallerte als Nährsubstrat. La gelée à l'acide silicique (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 209).

Dr A. Lutz. — Zur Kenntniss der Amöben-Enteritis und Hepatitis. Contribution à la connaissance des antérites et des hépatites causées par des amibes (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 241).

Dr G. Gabritschewsky. — Zur Technik der bakteriologischen Untersuhungen. Contribution à la technique des recherches bactériologiques (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 248).

Dr Franz Kuhn. — Morphologische Beiträge zur Leichenfäulniss. Contribution morphologiques à la connaissance de la putréfaction des cadavres (*Arch. für Hygiene*, XIII, p. 40).

Prof. Andrea Capparelli. — Beitrag zum Studium der Phagocyten. Contribution à l'étude des phagocytes (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 277).

Booker, William D. — A study of some of the Bakteria found in the faeces of infantsaffected with summer diarhoea. Étude de quelques-unes des bactéries trouvées dans les fèces d'enfants atteints de diarrhée estivale (*Transactions of the american pediatri society*, 1889).

Ribbert. — Neuere Arbeiten zur Aetiologie der Carcinmus (*Deutsche meat Wochenschrift*, 1891. n° 1).

Prof. Dr Weigert. — Ueber Chemotaxis. Sur la chimiotaxie (*Hygienische Rundschau*, I, p. 589).

Freire Domingo. — Mittheilungen über Bakteriologie im Allgemeinen und über das gelbe Fieber im Besonderen. Communications sur la bactériologie en général et sur la fièvre jaune en particulier (*Deutsche med. Wochenschrift*, 1891, n° 17).

Prof. Guido Tizzoni et Dr G. Cattani. — Fernere Untersuchungen über das Tetanus-Antitoxin. Nouvelles recherches sur l'antitoxine du tétanos (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 33).

Dr Carl Janson. — Versuche zur Erlangung künstlicher Immunität bei Variola vaccina. Expériences sur l'obtention de l'immunité artificielle dans la variole vaccine (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 40).

Dr W. Wyssokowiecz. — Zur Frage von der Lokalisation des Tollwuthvirus im Organismus der Thiere. Contribution à la question de la localisation du virus rabique dans l'organisme des animaux (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 45).

Dr med. N.-K. Schultz. — Zur Frage von der Bereitung einiger Nährsubstrate. Contribution à la question de la préparation de quelques terrains de culture (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 52).

Dr P. Kaufmann. — Ueber einen neuen Nährboden für Bakterien. Sur un nouveau terrain de culture pour les bactéries (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 65).

H. Buchner. — Ursachen der Immunität. Des causes de l'immunité (*Hygienische Rundschau*, I, p. 653).

Petri. — Versuche über das Verhalten der Bakterien des Milzbrandes, der Cholera, des Typhus und der Tuberculose in beerdigten Thierleichen. Recherches sur la manière de se comporter des bactéries du charbon, du choléra, du typhus et de la tuberculose dans des cadavres enterrés d'animaux (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 125).

NOUVELLES

Le Comité international qui s'est formé à Southampton pour recueillir les souscriptions volontaires des savants et photographes étrangers qui désirent participer au témoignage de reconnaissance qu'on doit offrir à l'inventeur de l'emploi du gélatino-bromure en photographie, vient de lancer la circulaire suivante :

« Le *British Journal of Photography* propose de célébrer le vingt-et-unième anniversaire de la découverte du gélatino-bromure appliqué aux plaques sèches en photographie par la présentation à son inventeur : le Dr R.-L. Maddox, d'un cadeau souscrit par les photographes. Le Dr Maddox n'a jamais bénéficié en rien de sa belle et utile invention et mérite cette reconnaissance tardive pour les grands services qu'il a rendus à l'art photographique.

« Un Comité s'est formé à Londres sous la présidence de M. James Glaisher, assisté de quelques amis pour recueillir dans le Royaume-Uni les souscriptions volontaires ; et, pour l'Étranger, il s'est formé un Comité international ayant son siège à Southampton, sous le patronage de MM. :

James Lemon, maire de Southampton ;
Le col. sir Char. Wilson. K. C. B ;
Le général major J.-Innis Gibbs ;
Le capitaine Robert Evans, R. N. ;

« Nous pensons que toutes les nations civilisées tiendront à cœur de contribuer pour quelque chose à cet acte de reconnaissance.

« Tout envoi, quelque modeste qu'il soit, sera bien accueilli par la *National and Provincial Bank of England*, à Southampton et reçu en sera donné par le Comité international qui inscrira le nom du donateur sur une liste qui sera ultérieurement publiée.

« Le Comité demande instamment le concours des publications périodiques spéciales et leur coopération dans le but de donner toute la publicité possible à cet acte de justice et de reconnaissance envers le bienfaiteur des photographes, le Dr R.-L. Maddox. »

Pour le Comité international :
Le Secrétaire,
Char. J. Sharp, avocat,
à Southampton.

Il est bien peu de micrographes qui ne soient à la fois photomicrographes ; il en est donc bien peu qui n'aient été appelés à utiliser pour leurs recherches les glaces au gélatino-bromure, nous pensons donc que parmi nos lectenrs plusieurs seront heureux de contribuer à cet acte de juste reconnaissance à l'égard d'un de nos savants collaborateurs.

La rédaction des *Annales* s'incrit d'ores et déjà pour la somme de 100 fr.

L'Editeur-Gérant,
GEORGES CARRÉ.

Tours. — Imprimerie DESLIS FRÈRES

ANNALES
DE MICROGRAPHIE

DE LA RÉSISTANCE DES BACTÉRIES AUX HAUTES PRESSIONS COMBINÉES AVEC UNE ÉLÉVATION DE LA TEMPÉRATURE



PAR

Le Dr SCHAFFER et Ed. de FREUDENREICH

On possède déjà un certain nombre d'expériences sur l'action des hautes pressions sur la vitalité des microbes. A une époque où la croyance au rôle pathogénique de certains microorganismes n'était pas encore admise sans contestation, M. P. Bert (1) avait déjà, dans une expérience restée célèbre, cherché à élucider la question en étudiant l'effet de l'oxygène sous tension. Partant, en effet, de l'idée qu'aucune cellule vivante ne résiste à ce gaz sous la tension de 20 à 40 atmosphères, ce savant s'était dit que, si l'on soumettait du sang charbonneux à cette tension et qu'au sortir de l'épreuve il manifestait encore de la virulence, cette dernière devait être inhérente à la partie liquide et non dépendre des microbes qui le peuplaient. Le résultat de l'expérience fut que la virulence persista plus de neuf mois, bien que les bacilles eussent disparu, et M. Bert en déduisit qu'elle appartenait à la matière amorphe. M. Pasteur n'eut cependant pas de peine à montrer que cette conclusion n'était juste qu'en apparence et que la persistance de la virulence, malgré la disparition des bacilles, tenait simplement à la présence de spores plus résistantes que ceux-ci. Les bacilles étaient bien tués par l'oxygène comprimé, mais les spores restaient vivantes.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, LXXX, p. 1579 et LXXXIV, p. 1130.

Plus tard, M. Certes (1) soumit des liquides en train de se putréfier à une pression de 450 à 500 atmosphères sans arrêter par cela la putréfaction. Selon cet expérimentateur, des cultures de la bactéridie charbonneuse supporteraient pendant 24 heures une pression de 600 atmosphères sans perdre leur virulence.

S'il semble résulter de ces expériences que la pression seule n'est guère efficace, les résultats obtenus par M. Bert montrent cependant qu'elle augmente considérablement l'action de certains gaz, en particulier de l'oxygène.

Aussi M. Chauveau (2) arriva-t-il en reprenant ces expériences et en cultivant d'une manière méthodique des cultures charbonneuses dans une atmosphère d'oxygène comprimé, à les atténuer dans leur virulence d'une façon durable. Même avec l'air comprimé, il put obtenir le même résultat en les cultivant pendant 4 générations durant 3 semaines chacune, à 38°, sous une pression de 9 atmosphères. Avec l'oxygène qui entre, comme on le sait pour 1/5 dans la composition de l'air atmosphérique, une pression cinq fois moindre donne le même résultat. Les expériences de M. Chauveau montrent donc qu'ici aussi le facteur principal est bien l'oxygène, mais que la pression en elle-même est en même temps un puissant auxiliaire de son action.

Plus récemment, M. d'Arsonval s'étant servi pour la filtration de liquides épais, comme le sérum de sang, d'une pression de 45 atmosphères obtenues par l'acide carbonique liquéfié, a conclu de ses résultats que l'acide carbonique, à cette pression, non seulement facilitait la filtration, mais stérilisait en même temps, par son action bactéricide, les liquides en contact avec lui, sous cette pression, surtout si cette action était aidée par une élévation de la température jusqu'à 40°. M. d'Arsonval est disposé à admettre que, dans ces conditions, aucun organisme vivant ne saurait résister.

L'idée de combiner deux agents physiques est tentante ; c'est ainsi, en effet, que deux antiseptiques mélangés agissent

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, XCIX, p. 385.
(2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, XCVIII, p. 1332 et C, p. 420.

à des doses plus faibles qu'employés seuls. Aussi, l'un de nous avait-il déjà, avant d'avoir eu connaissance du travail de M. d'Arsonval, cherché par l'emploi combiné de l'oxygène et d'une chaleur de 58 à 60° à stériliser des liquides qui, comme le sérum de sang ou le lait, ne supportent pas, sans s'altérer, des températures plus hautes. Les résultats ayant toutefois été négatifs, par suite peut-être d'une trop faible pression (elle n'était que de 5 à 6 atmosphères), ils ne furent pas publiés. La lecture du travail de M. d'Arsonval nous engagea à reprendre ces expériences, en employant, cette fois-ci, tant l'acide carbonique que l'oxygène avec des pressions très élevées et des températures d'au moins 60°. Nous avons fait ces expériences en vue surtout de chercher un procédé qui permette de stériliser le lait sans l'abîmer. Pour l'industrie laitière, un tel procédé aurait une valeur incalculable. On sait, en effet, que la seule voie employée aujourd'hui pour arriver à ce résultat est la cuisson. Or, l'emploi des hautes températures 115°-120°, caramélise ce liquide et lui donne un goût de brûlé ; d'autre part, des températures moins élevées, 100°-103°, ne le stérilisent pas sûrement, car nombre de spores résistent à ce degré de chaleur. Il était donc inutile, en vue du but que nous nous proposions, d'étudier l'action combinée d'une chaleur bien supportée par le lait et des hautes pressions, sur un grand nombre de microorganismes, et nous nous sommes bornés à expérimenter sur du lait et sur deux microbes très résistants, la bactéridie charbonneuse et un bacille trouvé dans un lait insuffisamment stérilisé par une chaleur de 102° (Procédé de Neuhauss, Gronwald et Œhlmann). A titre de comparaison nous y avons joint un microorganisme moins résistant, le bacille typhique.



Fig. 1. — Modèle des tubes remplis d'acide carbonique liquide.

Pour obtenir la pression nécessaire au moyen de l'acide carbonique, nous nous sommes servis de l'acide carbonique liquéfié tel qu'on le livre dans le commerce dans des tubes de fer pouvant supporter une pression de 250 atmosphères. Ces tubes (voir la figure 1)

sont hauts de 120 centimètres environ, larges de 10 centimètres et sont munis d'une embouchure latérale A qu'un robinet R ferme et ouvre d'une façon absolument étanche, suivant le sens dans lequel on tourne la roue qui le surmonte. Un de ces tubes, chargé d'acide carbonique, nous servait de réservoir. Un second tube, absolument pareil, réuni au premier par un tuyau de plomb et une pièce de fonte portant un manomètre, nous servait de récipient dans lequel étaient placés les liquides à stériliser et les échantillons de cultures que l'on voulait soumettre à l'action de l'acide carbonique sous pression. La figure 2 indique le dispositif de l'expérience. Le tuyau de plomb TTT est vissé par un de ses bouts à l'orifice A^1 du tube réservoir; à l'autre bout, on visse la pièce de fonte portant le manomètre M, et cette dernière est vissée à son tour à l'orifice A^2 du tube récipient. Les fermetures doivent naturellement être parfaitement étanches. Le robinet R^2 du tube récipient étant largement ouvert, on ouvre graduellement celui du réservoir; le gaz se précipite dans le récipient sous une pression qui, à la température de la chambre, est d'environ 45 atmosphères quand le réservoir est encore plein au commencement de l'expérience. On ferme alors les robinets des tubes, on enlève le tuyau de plomb et on visse un bouchon de métal sur l'orifice de la pièce de fonte portant le manomètre. On ouvre de nouveau le robinet du récipient et le manomètre indique la pression pendant toute la durée de l'expérience. On place alors le récipient dans un bain-marie réglé à la température voulue. Une élévation de température augmente la tension et pour éviter des augmentations de tension trop subites et qui pourraient être dangereuses, il faut naturellement éviter d'élever la température trop brusquement.

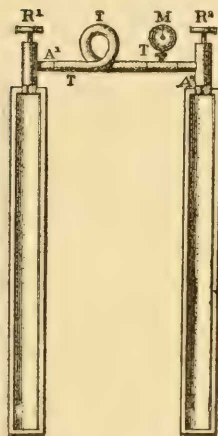


Fig. 2. — Dispositif de l'expérience.

Pour l'oxygène nous nous sommes servis de tubes réservoirs d'acier construits par le Dr Th. Elkan, à Berlin. Ces tubes, analogues à ceux employés pour l'acide carbo-

nique, mais plus légers, contiennent jusqu'à 1 000 litres d'oxygène pur et sont d'un emploi très commode. Au moyen du même tuyau de plomb et d'une pièce de fonte s'y adaptant, nous pouvions les relier au tube-récipient qui nous servait pour les expériences avec l'acide carbonique.

Dans nos deux premières expériences avec l'acide carbonique, nous versions le liquide à stériliser dans le récipient même ; à la fin de l'expérience, nous laissions échapper le gaz de manière à n'avoir plus qu'une pression d'une demi-atmosphère, et, après avoir retourné le tube, dévissé le manomètre et soigneusement stérilisé à la flamme l'orifice A, nous recueillions le liquide dans des vases stérilisés ; on n'a pour cela qu'à ouvrir doucement le robinet et le liquide est expulsé par la pression du gaz. De suite on ensemençait un certain nombre de ballons de bouillon avec quelques gouttes du liquide, et les ballons, de même que les vases dans lesquels le liquide avait été directement recueilli, étaient portés à l'étuve. Ce procédé ne nous parut toutefois pas présenter de garanties suffisantes et nous lui substituâmes le suivant : Un long tube de verre, à peu près de la longueur du récipient, et muni d'un étranglement au tiers environ de sa hauteur, était rempli du liquide à stériliser (lait, bouillon, sérum, etc.) jusqu'à cet étranglement et un tampon de ouate poussé jusqu'à celui-ci. Dans la partie supérieure, on suspendait de plus petits tubes, longs de 4 centimètres, bouchés avec de légers tampons de ouate, que l'on stérilisait à l'autoclave et dans lesquels on introduisait de petits morceaux de papier à filtrer trempés dans des cultures pures des bactéries que l'on voulait étudier. Pour faciliter le passage du gaz, la partie supérieure du grand tube de verre était percée d'une série de trous. Le récipient était alors rempli d'eau jusqu'au tiers et le tube de verre introduit dans le récipient après avoir dévissé la pièce qui porte le robinet. De cette façon on pouvait communiquer au liquide du tube la température voulue en plaçant le récipient dans un bain-marie.

Nous faisons suivre ici le détail des expériences :

EXPÉRIENCES AVEC L'ACIDE CARBONIQUE COMPRIMÉ.

Expérience I (22 octobre 1891).

Commencement de l'expérience à 10 h. 1/4. La pression est de 46 atmosphères. Le récipient est placé à ce moment dans un bain-marie dont la température s'élève doucement.

A 11 h. 10,	température du	bain : 40°.	Pression :	50	atmosphères.
11 h. 30,	»	» 60°.	»	55	»
Midi	»	» »	»	»	»

Le laboratoire se fermant de 12-2 h., on éteint le gaz.

A 2 heures,	température du	bain : 49°.	Pression :	53	atmosphères.
2 h. 1/2,	»	» 46°.	»	52	»

On termine l'expérience à ce moment là. La température avait donc été de plus de 40° pendant 3 heures et même de 60° pendant environ 1 heure, avec une pression de 50-55 atmosphères.

Le liquide, qui avait été dans cette expérience et dans la suivante introduit directement dans le tube récipient, est recueilli dans 2 vases stérilisés et ensemencé, comme il a été dit plus haut, dans 3 flacons de bouillon stérilisé. Portés à l'étuve, ces flacons s'altèrent le lendemain, de même que le liquide recueilli dans les vases stérilisés. L'examen microscopique révèle des bactéries.

Expérience II (24 octobre 1891).

Au début de l'expérience, à 9 h. 50, la pression est de 45 atmosphères. On place le récipient dans le bain.

A 10 h. 5,	température du	bain : 60°.	Pression :	53	atmosphères.
12 heures,	»	» 65°.	»	55	»

L'appareil est alors abandonné à lui-même jusqu'au lendemain à 8 heures. Pendant ce temps, le bain se refroidissant, la pression retombe à 45 atmosphères environ. Le liquide est recueilli dans 3 vases stérilisés et ensemencé à la dose de quelques gouttes dans 8 ballons de bouillon. Les 3 vases et les 8 ballons de bouillon sont déjà altérés macroscopiquement le surlendemain.

Expérience III (26 octobre 1891).

A partir de cette date, le liquide est introduit non pas directement dans le récipient, mais dans un tube de verre comme il a été dit plus haut. Au début de l'expérience, un peu après 2 heures, le manomètre indique 45 atmosphères.

A 3 heures,	température du bain :		55°.	Pression :	46	atmosphères.
3 h. 1/2,	»	»	56°.	»	50	»
5 h. 1/2,	»	»	65°.	»	51	»

On éteint le gaz qui chauffe le bain-marie et on retire de celui-ci le tube récipient le lendemain à 9 heures. A ce moment, le manomètre indique encore 36 atmosphères. Le tube de verre est enlevé et mis à l'étuve à 35°. Le 29, son contenu fourmille de bactéries. Ainsi, dans cette expérience, une température de 55-65° combinée avec une pression de 46-51 atmosphères dans l'acide carbonique s'est montrée insuffisante pour stériliser un liquide en 2 h. 1/2.

Expérience IV (28 octobre 1891).

A 9 h. 1/2 début de l'expérience. Le manomètre accuse 45 atmosphères. On place le récipient dans un bain de 50°.

A 10 heures,	température du bain :		50°.	Pression :	49	atmosphères.
10 h. 1/4,	»	»	60°.	»	49	»
11 heures,	»	»	60°.	»	50	»
11 h. 1/2,	»	»	65°.	»	51	»
Midi,	»	»	66°.	»	52	»
12 h. 1/2,	»	»	66°.	»	52	»

A 2 heures, on arrête l'expérience. La température du bain est à ce moment encore de 52° (le gaz avait été éteint à 12 h. 1/2), et la pression de 47 atmosphères. Le tube de verre est placé à l'étuve, après avoir ensemencé quelques gouttes de son contenu, puisées avec une pipette stérilisée, dans 4 flacons de bouillon. Les flacons de bouillon et le lait contenu dans le tube s'altèrent rapidement.

Expérience V (29 octobre 1891).

Le tube de verre introduit dans le récipient contient une culture du bacille très résistant trouvé dans du lait insuffisamment stérilisé par un chauffage à 102°. Dans la partie supérieure du tube se trouvent de petits tubes en verre contenant de petits morceaux de papier à filtrer imbibés de cultures pures de charbon, avec et sans spores, de typhus et du même bacille résistant trouvé dans le lait.

A 10 heures (déb. de l'expér.),	temp. du bain :	45°.	Pression :	38 atm.
10 h. 1/4	»	»	60°.	»	40 »
10 h. 21	»	»	65°.	»	41 »
10 h. 45	»	»	70°.	»	43 »
11 h. 15	»	»	75°.	»	43 »
11 h. 45	»	»	77°.	»	43 1/2
Midi,	»	»	76°.	»	43 »

On éteint le gaz et on termine l'expérience à 2 h. 1/2. A ce moment, la température du bain est de 56°, la pression de 40 atmosphères. On ensemence des gouttelettes de la culture dans du bouillon frais et les morceaux de papier également dans des ballons de bouillon. La culture liquide se montre absolument vivante et le bouillon s'infecte rapidement. Les morceaux de papier imbibés de cultures charbonneuses avec et sans spores donnent de belles cultures, ainsi que les papiers plongés dans une culture du bacille résistant en question. Le bouillon ensemencé avec le papier imprégné de bacilles typhiques s'infecte fortuitement. Au sujet de la culture charbonneuse sans spores nous aurions cependant une réserve à faire. Ne possédant

pas de charbon asporogène et n'ayant pas eu, à ce moment, d'animaux d'expérience sous la main dont le sang nous aurait fourni des bacilles dépourvus de spores, nous nous sommes servis, dans ce but, de cultures jeunes de quelques heures, dans lesquelles le microscope ne laissait voir aucune spore. Dans ces conditions, il n'est pas absolument certain que quelques spores n'aient pas eu le temps de se former, bien que cela soit peu probable ; la moindre résistance de ces cultures ressort, du reste, comme on le verra, de l'expérience VIII. La chose a, d'ailleurs, peu d'importance ici, car notre but était principalement d'établir si l'on pouvait ou non arriver à stériliser sûrement du lait par la pression de l'acide carbonique à une température de 60° environ ; nous cherchions donc surtout à opérer avec des bactéries très résistantes. Celles douées d'une moindre résistance ne devaient que nous fournir un point de comparaison.

On remarque dans cette expérience que, malgré l'élévation de la température à 76°, la pression n'a été que de 43 atmosphères. Ceci provient simplement de ce que, à ce moment, le tube réservoir avait déjà servi à plusieurs expériences et était partiellement vidé.

En somme, il résulterait de cette expérience qu'une température de 65° à 75° maintenue pendant près de 2 heures sous une pression d'acide carbonique de 43 atmosphères n'a pas d'action stérilisante.

Expérience VI (31 octobre 1891).

Le tube de verre contient du lait et dans sa partie supérieure des lamelles de papier à filtrer imprégnées des mêmes cultures que précédemment.

A 9 h. 1/2	(début de l'expérience),	bain :	55°.	Pression :	54 atm.
10 heures	»	»	60°.	»	58 »
10 h. 1/2	»	»	68°.	»	57 »
11 heures	»	»	69°.	»	55 »[1]
11 h. 1/2	»	»	69°.	»	52 »
Midi,	»	»	68°.	»	50 »

(1) La fermeture n'était, dans cette expérience, pas restée tout à fait étanche.

Après avoir éteint le gaz à midi, on termine l'expérience à 3 heures ; la température est alors de 52° et la pression de 36 atmosphères. Le tube de lait est mis à l'étuve et les morceaux de papier sont ensemencés dans des séries de deux ballons de bouillon.

Le lendemain, déjà, le lait commence à s'altérer.

Le bacille du lait mal stérilisé et celui du charbon, avec et sans spores, croissent dans les 2 ballons. Le typhus ne croît pas.

Dans cette expérience, seul le bacille du typhus aurait été tué. Il est vrai qu'à lui seul le degré de chaleur employé aurait suffi pour cela.

Expérience VII (2 novembre 1891).

Pour obtenir une pression plus forte, nous avons, dans cette expérience, commencé par chauffer le tube réservoir, après y avoir adapté le manomètre. En peu de temps, la pression monta à 95 atmosphères. On enleva alors rapidement le tube du bain et on le réunit au tube récipient, dans lequel étaient placés le tube en verre contenant du lait et des morceaux de papier imprégnés de cultures charbonneuses, avec spores, et du bacille du lait mal stérilisé. Au moment où toutes les vis sont en place, le manomètre accuse en core une pression de 58 atmosphères. On plaça alors le tube récipient dans le bain.

A 9 h. 25,	température	du bain :	38°.	Pression :	58	atmosphères.
9 h. 35,	»	»	40°.	»	75	»
9 h. 50,	»	»	45°.	»	80	»
11 h. 30	»	»	55°.	»	86	»
Midi,	»	»	55°.	»	86	»

De midi à 2 h. 1/2 le gaz est éteint.

A 2 h. 30,	température	du bain :	45°.	Pression :	78	atmosphères.
3 heures,	»	»	50°.	»	80	»
3 h. 30,	»	»	55°.	»	84	»
3 h. 45,	»	»	60°.	»	86	»
4 heures,	»	»	61°.	»	89	»
4 h. 45,	»	»	63°.	»	90	»

On éteignit le gaz et on termina l'expérience le lendemain à 9 heures. A ce moment, la pression était de 58 atmosphères.

Le tube de verre est mis à l'étuve, après avoir préalablement ensemencé 7 ballons de bouillon avec quelques gouttes de son contenu. Dans tous, il y eut croissance de bactéries, ainsi que dans le tube. De même, les morceaux de papier donnent naissance à des cultures pures de charbon et du bacille déjà nommé.

Ainsi, même une pression de 85-90 atmosphères d'acide carbonique, jointe à une température de 60-65° pendant 1 heure, précédée pendant plus de 6 heures et suivie pendant environ 16 heures de l'action d'une température et d'une pression encore élevées, quoique un peu moindres, s'est montrée insuffisante comme moyen de stérilisation.

Expérience VIII (5 novembre 1891).

Dans une huitième expérience, nous laissâmes agir la pression seule, mais sans adjonction d'une élévation de la température. Par contre, nous laissâmes agir l'acide carbonique sous pression, pendant 7 jours pleins. La pression fut, pendant les quatre premiers jours, de 47 atmosphères, pendant les trois derniers de 50 atmosphères, le récipient ayant été, à ce moment, transporté dans une chambre un peu plus chaude.

Le tube en verre contenait, comme dans l'expérience précédente, du lait et des morceaux de papier imbibés de cultures charbonneuses (avec et sans spores), typhiques et du bacille du lait mal stérilisé. Le tube se brisa malheureusement en le sortant du récipient et le lait, qui n'était pas caillé, fut perdu. On put, par contre, ensemencer des parcelles de la crème restée adhérente aux parois du tube, à proximité du tampon de ouate ; tous les ballons de bouillon inoculés ainsi s'infectèrent ; le lait n'était donc pas stérilisé. Les papiers imprégnés du bacille résistant du lait mal stérilisé à 102° donnèrent tous naissance à de belles cultures ; les papiers imprégnés de spores charbonneuses également. Ceux qui avaient été plongés dans les cultures

charbonneuses sans spores, fécondèrent un ballon de bouillon sur deux ; le second ballon resta stérile.

Le typhus, par contre, était tué, car aucun des papiers imprégnés de ce microorganisme ne féconda le bouillon.

En même temps, on avait inoculé quelques-uns des morceaux de papier imprégnés de cultures charbonneuses avec et sans spores, sous la peau de cobayes, pour constater s'il y avait du moins une diminution de virulence. Le papier chargé de spores fit périr le cobaye en 2 jours du charbon ; le cobaye, au contrare, auquel on inocula le papier qui avait été plongé dans la culture sans spores, résista. Nous avons dit que l'un de ces papiers imbibé de la culture charbonneuse sans spores avait donné une culture ; celle-ci, inoculée à un cobaye, le fit périr aussi en 2 jours, de même que les cultures issues de papiers imprégnés de spores. Elles n'étaient donc pas atténuées dans leur virulence.

Il résulte de ces expériences que l'acide carbonique sous pression d'environ 50 atmosphères n'exerce, même après 7 jours, qu'une action bactéricide assez faible. Seul le typhus et, dans un cas, la bactéridie charbonneuse privée de spores furent tués. Les bacilles plus résistants supportent parfaitement bien cette pression, et même la virulence ne paraît aucunement atteinte.

EXPÉRIENCES AVEC L'OXYGÈNE COMPRIMÉ.

Expérience I (28 novembre 1891).

Le tube de verre contient du lait et, en outre, des morceaux de papier à filtrer imprégnés de cultures charbonneuses (avec spores), typhiques et du bacille résistant trouvé dans le lait insuffisamment stérilisé par le chauffage à 102°.

A 10 heures 1/4 début de l'expérience.			Pression	: 52	atmosphères
10 h. 1/2, temp. du bain	:	45°.	»	: 55	»
11 heures	» :	58°.	»	: 57	»
11 h. 1/2	» :	67°.	»	: 58	»
midi	» :	64°.	»	: 58	»
De 2 à 6 h.	» :	66°.	»	: 55	»

A 6 heures, on éteint le gaz et on abandonne l'appareil à lui-même jusqu'au lendemain à 10 heures. La pression est, à ce moment, de 45 atmosphères.

Le tube de lait porté à l'étuve commence à s'altérer le 1er décembre. Le bacille typhique est tué, mais le charbon et le bacille du lait donnent de belles cultures.

Ainsi, dans cette expérience, le bacille typhique seul fut tué ; mais la température employée suffit à elle seule pour expliquer ce fait.

Expérience II (1er décembre).

Le tube de verre contient du lait, du charbon, avec et sans spores, et des spores du bacille du lait.

A 11 heures	températ. du bain	: 52°.	Pression	: 60	atmosphères.
11 h. 1/2	»	: 60°.	»	: 62	»
midi	»	: 65°.	»	: 64	»

On éteint le gaz de midi à 2 heures.

A 2 heures	température du bain		: 52°.	Pression	: 60	atmosphères
3 »	»	»	: 64°.	»	: 63	»
3 h. 1/2	»	»	: 68°.	»	: 64	»
7 »	»	»	: 66°.	»	: 63	»

Le gaz est éteint et on abandonne l'appareil jusqu'au lendemain, à 10 heures. A ce moment, la température est de 21°, la pression de 56 atmosphères.

Le lait, porté à l'étuve, est altéré le 4 décembre. Les papiers trempés dans la culture charbonneuse avec spores donnent de belles cultures en 24 heures, qui, inoculées à des cobayes, les font périr du charbon en moins de 48 heures. Le charbon sans spores croît dans un tube, le second reste stérile. Le bacille du lait n'est absolument pas tué.

Ainsi, une pression d'oxygène de 60-64 atmosphères, jointe à une température de 60°-68°, n'a pas exercé d'action stérilisante, même après 8 heures. Cette pression et cette température n'ont pas même atténué la virulence du charbon.

Expérience III (2 décembre 1891).

Dans cette expérience, nous avons voulu voir si un brusque changement de pression serait suivi d'un meilleur résultat. Pour cela, nous avons introduit l'oxygène dans le récipient contenant le tube de verre rempli de lait et des morceaux de papier à filtrer imprégnés de cultures charbonneuses et typhiques, puis, après 3 heures 1/2, pendant lesquelles la pression étant de 35 atmosphères, nous ouvrîmes largement et brusquement le robinet de sortie, le typhus et le charbon donnèrent tous deux de belles cultures et le lait s'altéra comme d'habitude.

Expérience IV (2 décembre 1891).

Dans une dernière expérience, nous laissâmes l'oxygène agir seul sous une pression de 21 atmosphères pendant 7 jours pleins. Le tube de verre contenait du lait ainsi que des papiers imprégnés de cultures typhiques, charbonneuses avec spores et du bacille du lait mal stérilisé.

A sa sortie de l'appareil, le lait contenu dans le tube est déjà caillé ; le microscope révèle des bactéries, et les ensemencements de ce lait dans du bouillon donnent tous de belles cultures. On remarque ici une différence entre l'action de l'oxygène et celle de l'acide carbonique. L'oxygène sous pression ne paraît pas exercer d'action conservatrice notable, car le lait s'était caillé spontanément ; l'acide carbonique, au contraire, bien qu'il n'eût pas stérilisé le lait (expérience VIII), avait du moins empêché le développement des ferments lactiques, car le lait était resté liquide.

Les morceaux de papier imprégnés de cultures charbonneuses et de cultures du bacille du lait fécondèrent tous le bouillon. Ceux imprégnés de cultures typhiques fécondèrent un ballon de bouillon sur deux. Le bacille du typhus n'avait donc été tué qu'en partie par un séjour de 7 fois 24 heures dans l'oxygène comprimé à 21 atmosphères.

En somme, l'action de l'oxygène sous haute pression,

combiné avec une élévation de la température jusqu'à 60°-68° n'exerce pas d'action bactéricide bien marquée.

Peut-être arriverait-on, par une action très prolongée des températures et des pressions employées, à tuer même les spores les plus résistantes; mais, dans tous les cas, un pareil procédé ne serait d'aucune utilité dans la pratique en raison du peu de commodité de son emploi. Il nous paraît résulter de l'ensemble des résultats transcrits plus haut qu'on ne peut espérer, comme le faisaient entrevoir les expériences de M. d'Arsonval, arriver à stériliser les liquides supportant mal une chaleur élevée, par l'emploi combiné d'une température d'environ 65° et d'une pression de 80-90 atmosphères d'acide carbonique (expérience VII) ou d'environ 60 atmosphères d'oxygène, même au bout de plusieurs heures.

EXPOSITION GÉNÉRALE ET RÉTROSPECTIVE DE

MICROSCOPIE DE LA VILLE D'ANVERS

en 1891

(*Suite*)

Des microscopes et de leurs accessoires

W. et H. Seibert à Wetzlar (Allemagne)

Les appareils de cette maison ont un aspect particulier qui les fait aisément reconnaître de ceux que construisent les autres opticiens. Les microscopes de la maison W. et H. Seibert ont le bouton de leur mouvement lent situé au-dessus de la colonne qui supporte le microscope. Cette façon de mettre au point est beaucoup plus commode que la façon ordinaire, dans laquelle la main et le bras doivent être élevés, tandis qu'avec les appareils de MM. Seibert la main peut reposer sur la table, et agir en même temps sur la vis de rappel, ce qui enlève toute fatigue. Cette disposition gêne, il est vrai, un peu pour placer les appareils d'éclairage aujourd'hui plus compliqués et plus nombreux que jadis; cependant, on peut dire que la maison Seibert a parfaitement réussi à les loger dans ses bons et beaux statifs I, II et III.

Le statif I est très bien compris (*fig.* 14). Il repose sur un pied de laiton évasé en forme de lyre, il peut s'incliner à volonté, et être arrêté dans toutes les positions obliques ; le tube du microscope peut être actionné par trois mouvements : le premier à crémaillère, le second à vis de rappel ordinaire à bouton inférieur, le troisième mouvement, extra-lent, que l'on emploie avec lest rès forts grossissements, est fixé, comme le montre la figure 14, sur la colonne qui sup-

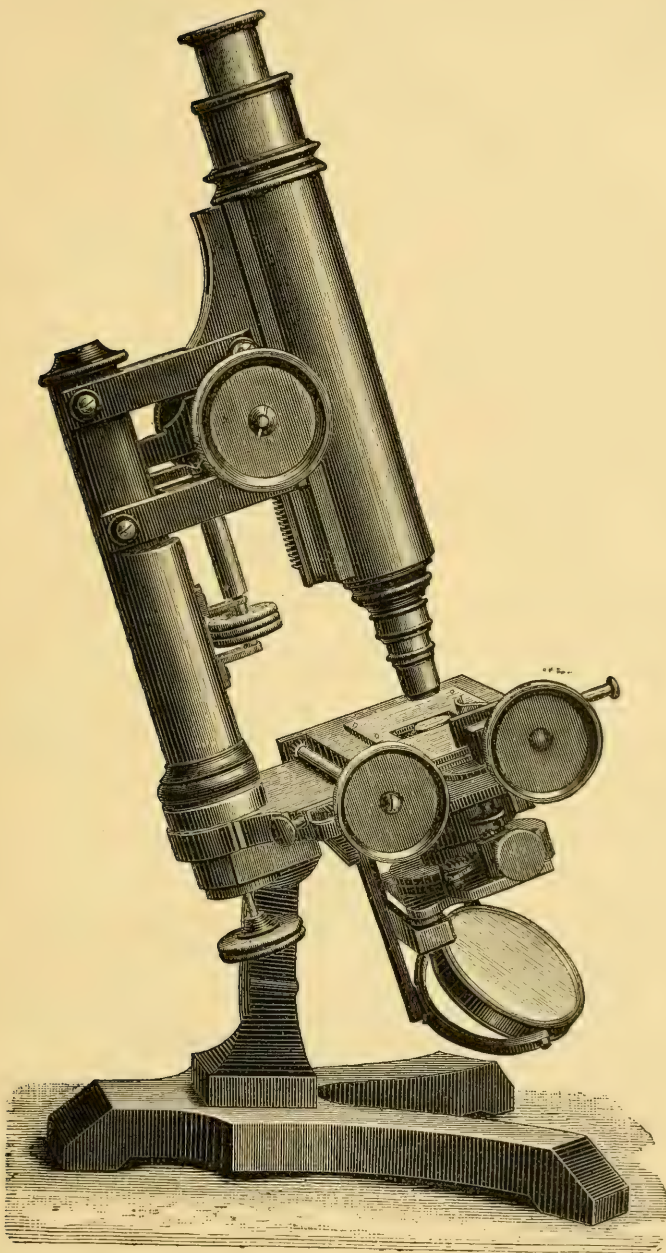


Fig. 14. — Microscope grand modèle N° 1 de la maison W. et H. Seibert.

porte le tube, au-devant de cette dernière. Les deux mouvements que nous venons d'indiquer sont d'une très grande perfection et très estimés. Cet appareil possède un éclairage d'Abbe, mobilisable dans le sens vertical suivant l'axe optique au moyen d'une crémaillère, et un diaphragme-iris ; ce condensateur peut facilement s'enlever et être remplacé par tout autre système d'éclairage.

On peut adapter à ce modèle n° I une platine à mouvements rectangulaires que commandent deux boutons placés à main droite ; on peut, également, remplacer ce chariot par une platine tournante graduée possédant des vis pour la correction du centrage.

Le prix de la monture de cet instrument avec sa boîte est de 475 francs. Sans la platine mobile, son prix est seulement de 375 francs.

Le statif n° II, tout aussi parfait que le premier, mais non muni du mouvement extra-lent est 60 francs meilleur marché.

Le statif n° III (*fig.* 15), destiné pour le travail courant, est également un excellent appareil, il est plus petit que les précédents microscopes, mais convient parfaitement à toutes les études micrographiques. Comme eux, il est à inclinaison, il possède une platine tournante, un éclairage Abbe, un diaphragme-iris, le prix de sa monture avec sa boîte est de 250 francs.

Les statifs n°s IV, V et VI sont des microscopes de moyen et de petit modèle, très utiles pour les étudiants ; ils se recommandent autant par leur solidité, leur bonne construction, que par leur bon marché (de 40 francs à 140 francs).

Cette excellente maison d'Allemagne construit un appareil microphotographique horizontal très bien combiné, qui rappelle beaucoup celui de Carl Zeiss ou, *vice versa*, car nous ignorons à qui l'on doit attribuer la priorité du dispositif qui consiste à placer sur un bâti spécial la chambre noire et sur un autre le microscope, les condensateurs divers, les liquides colorés et la source de lumière.

En somme, en dehors de l'attache du tube au corps du microscope, qui nous semble manquer d'élégance, les instruments construits par W. et H. Seibert doivent être

placés au premier rang avec ceux de Carl Zeiss, d'Hartnack et de Leitz.

Si Carl Zeiss est considéré comme le plus habile cons-

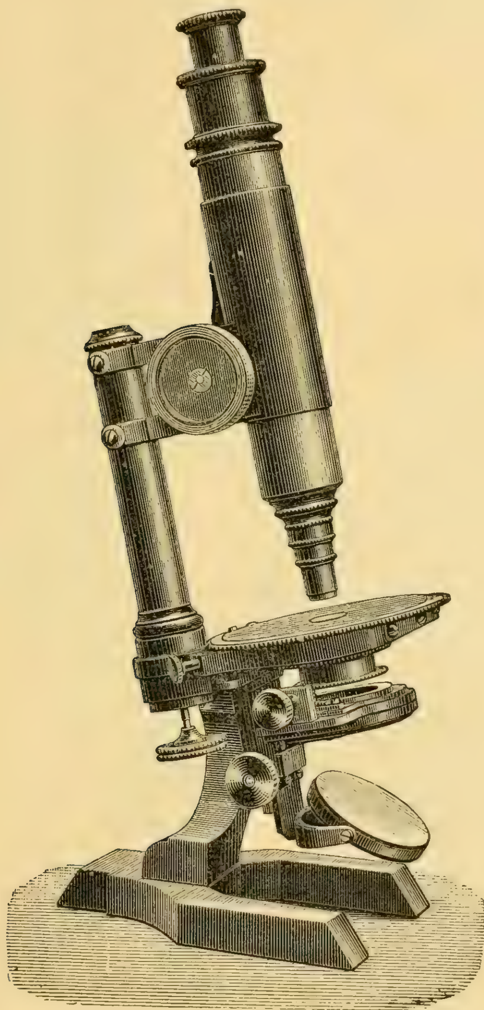


Fig. 15. — Microscope moyen modèle de la maison W. et H. Seibert.

tructeur d'objectifs de l'Allemagne, il importe de ne pas oublier que la maison qui nous occupe a non seulement fait des efforts louables dans le même sens, mais qu'elle livre à bon compte de très bons systèmes optiques.

D'abord, elle fabrique 9 objectifs à sec achromatiques, de 63^{mm},5 à 2^{mm},1 de foyer équivalent, de 0,09 à 0,90 d'ouverture numérique, dont les prix varient de 30 à 94 francs. Le 1/12e de pouce à sec et à correction : le n° VI *b* est un des meilleurs objectifs à sec qui puissent se construire. Quant aux immersions à eau, avec correction, elles sont de même excellentes, et les immersions homogènes, le 1/12e de pouce et le 1/16e, chacune de 1,30 d'ouverture laissée à 250 à 325 francs supportent la comparaison avec les objectifs analogues livrés par les autres constructeurs.

La même maison fabrique également d'excellents objectifs apochromatiques, savoir : 3 objectifs à sec, plus une série de 6 objectifs à immersion homogène de 1,30 à 1,40 d'ouverture, d'un foyer équivalent de 3 millimètres à 1^{mm},5 ; leur prix nous paraît bien élevé (400 à 525 francs). Mais enfin la mode veut que les apochromates soient à des prix inabordables, et en cette matière M. Carl Zeiss n'est pas en arrière pour donner l'exemple.

Ajoutons que les oculaires achromatiques de la maison W. et H. Seibert, les oculaires à compensations et à correction ne laissent rien à désirer, et terminons en disant que cette maison consciencieuse jouit d'une estime et d'une réputation très justement méritées ; qu'elle a su conserver à ses instruments une physionomie originale tout en les perfectionnant considérablement, alors que beaucoup de constructeurs ont composé leurs modèles de microscopes de parties éclectiquement choisies à gauche et à droite qui ont fait de leurs instruments des types bâtards, dont la paternité, croyons-nous, serait très difficile à établir.

W. Watson et Sons, 313, High Holborn à Londres

Encore une très bonne maison qui avait exposé à Anvers toute une série d'instruments destinés aux genres de recherches les plus variés : microphotographie, bactériologie, pétrographie, etc... pouvant être abordés par tous les observateurs, aussi bien par les maîtres que par les élèves. Si MM. Watson et fils n'avaient pas déjà été

connus depuis longtemps par l'excellence de leurs appareils, les beaux microscopes que nous avons admirés à

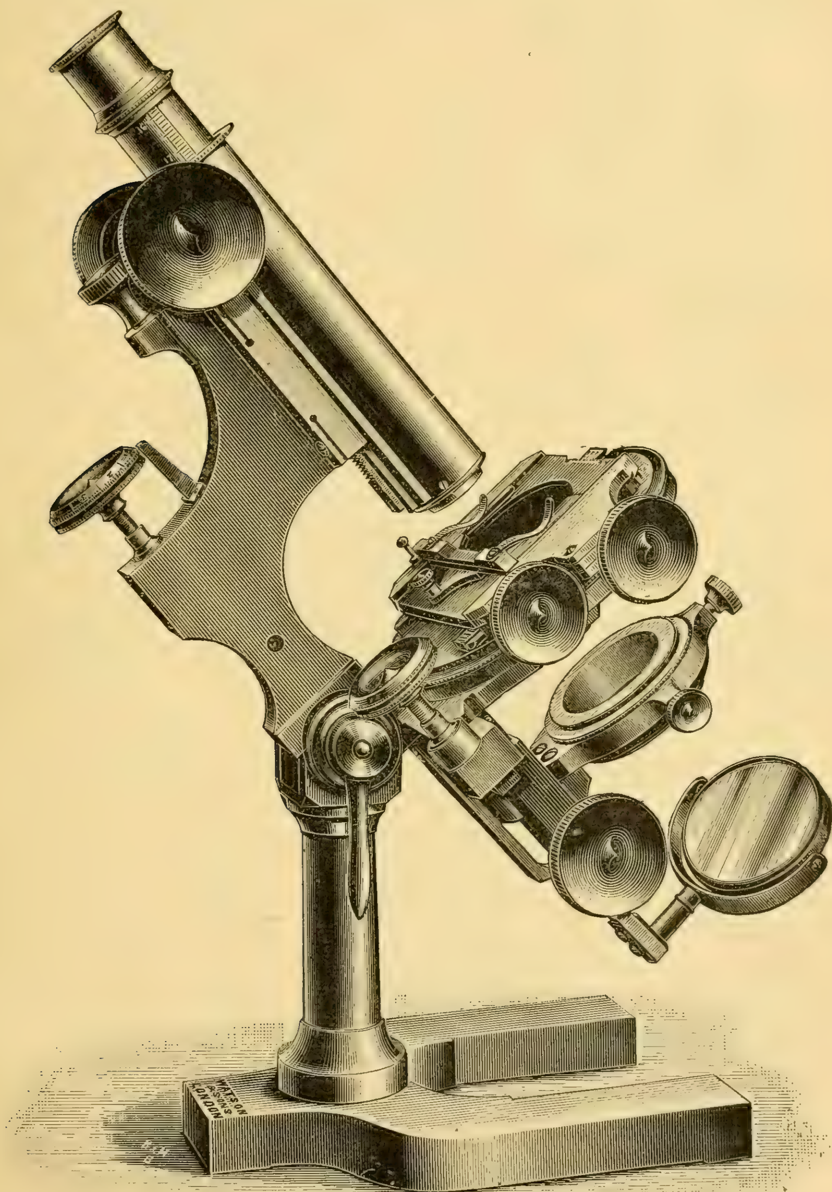


Fig. 16. — Microscope modèle du Dr H. van Heurck de la maison W. Watson et Sons.

Anvers auraient mis le sceau à la réputation de la maison qu'ils dirigent.

Certains de ces instruments méritent des descriptions particulières que faciliteront les figures que nous joignons à ce compte rendu.

Le premier de ces instruments (*fig.* 16), construit sur les indications de M. le Dr. H. van Heurck, pour être employé dans ses recherches de photomicrographie et des fortes amplifications, présente une rigidité absolue ; il est à renversement sur charnière avec écrou d'arrêt pour le fixer dans toutes les positions. En outre d'un mouvement rapide à crémaillère il possède une excellente vis micrométrique.

Pour obtenir la rigidité absolue dont il vient d'être question et anéantir tout jeu sensible, MM. Watson et fils ont d'abord soudé ensemble toutes les pièces qui sont susceptibles de l'être, supprimé toutes les vis qu'on observe généralement au point de jonction de la platine avec le corps de l'instrument ; par exemple, le tenon supportant la platine, au lieu d'être vissé à son bord, comme c'est d'ordinaire, est constitué par une seule pièce comprenant la sous-platine, s'enfonçant droit dans l'encoche supérieure du pied. Le bras porte-tube est encastré dans le tenon de la platine et solidement fixé par des vis ; le tout compris dans la mortaise du pied, ce qui donne une rigidité analogue à celle d'un instrument qui serait fondu dans un seul moule.

Le corps de cet appareil a la longueur continentale, il possède un tube de tirage donnant la longueur anglaise; ce dernier est mû par une crémaillère, qui permet d'obtenir exactement la longueur la mieux appropriée à la nature de l'objectif. Ce détail ne se voit pas dans la figure 16.

Le mouvement micrométrique adapté à la sous-platine est devenu un mécanisme nécessaire pour tous ceux qui se servent des condensateurs à grand angle d'ouverture. La façon dont ce mouvement est réglé est parfaitement comprise; il s'effectue au moyen d'une vis molettée, s'élevant au-dessus de la platine et agissant sur un levier sous-jacent.

Le mouvement micrométrique de la sous-platine et

celui du corps du microscope sont disposés de telle sorte

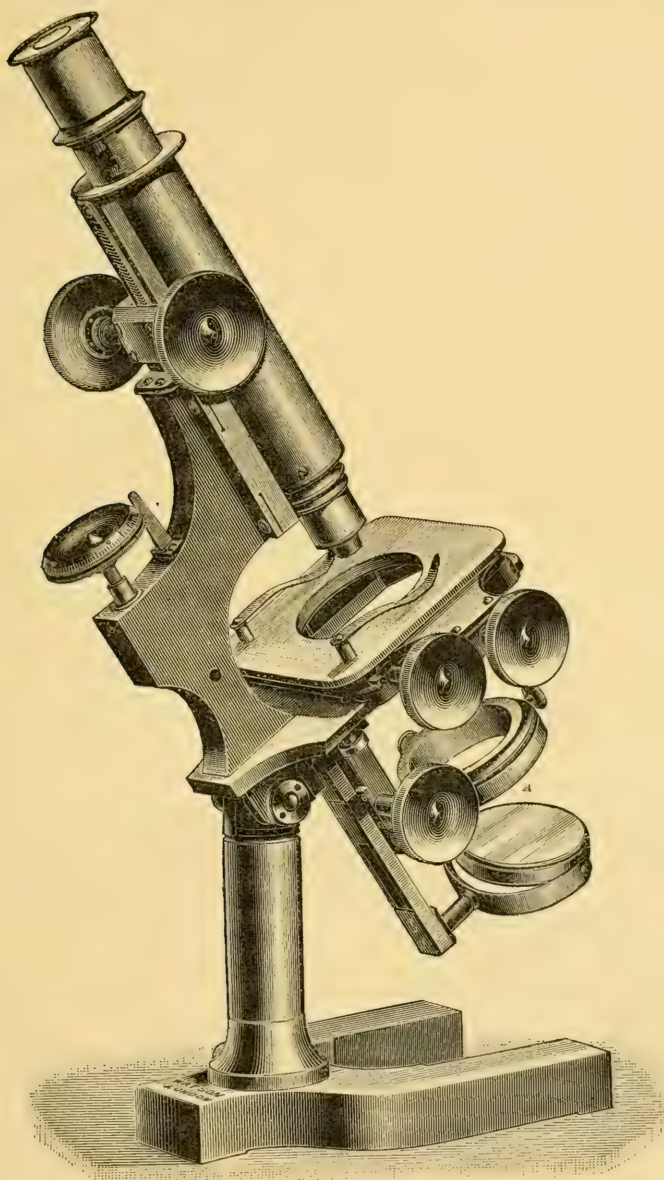


Fig. 17. — The Edimburgh student's microscope stand D de la maison W. Watson et Sons.

que la main peut les faire agir indépendamment ou simul-

tanément, ce qui assure plus de précision dans la mise au foyer. Sur la platine s'adapte un chariot à mouvement rectangulaire, et les condensateurs sont portés par un anneau qui peut être exactement centré dans l'axe optique. Cet instrument présente donc de nombreuses qualités qui, croyons-nous, sont appelées à le faire jouir d'un grand succès. Le prix de cette monture avec un oculaire est de 400 francs, bon marché tout à fait inusité chez les constructeurs anglais.

Parmi les instruments qui sont une des spécialités de cette maison, citons les microscopes des étudiants d'Edimbourg construits sous deux formes différentes.

La figure 17 représente *the Edimburgh student's microscope*, stand D, plus simple, mais non moins soigné que le précédent; il se prête de même à la plupart des recherches micrographiques, il possède un chariot mobile, il peut recevoir un éclairage à grand angle d'ouverture, et, avec d'excellentes vis micrométriques, il a les mouvements rapides à crémaillère. Le prix de cette monture est d'un bon marché surprenant: avec un oculaire, elle est vendue environ 160 francs.

Plus simple encore est le stand B (*fig.* 18), qui constitue un très bon instrument pour les élèves; il ne peut recevoir l'éclairage Abbe; notons qu'il possède un mouvement à crémaillère, qu'il est à inclinaison, et ne coûte que 110 francs. Nous doutons que, sur le continent, il soit possible de livrer à si bon compte des instruments dont la solidité et le confortable, d'ailleurs inhérents aux appareils que livrent nos voisins d'outre-Manche, puisse leur être comparé.

MM. Watson et fils avaient également exposé quelques instruments de plus forte taille, du modèle Jakson, qui mériteraient une description spéciale; l'un deux, le *Scientist*, notamment, possède la forme du pied Jakson, et son corps est soutenu par un arc à convexité extérieure, de façon qu'employé horizontalement pour la photomicrographie il possède une rigidité aussi irréprochable que quand il est dans la station verticale. La même maison a de même produit à l'Exposition d'Anvers une nouvelle forme de condensateur achromatique de 1,0 d'ouverture numérique,

muni d'un diaphragme-iris et spécialement destiné à la photomicrographie.

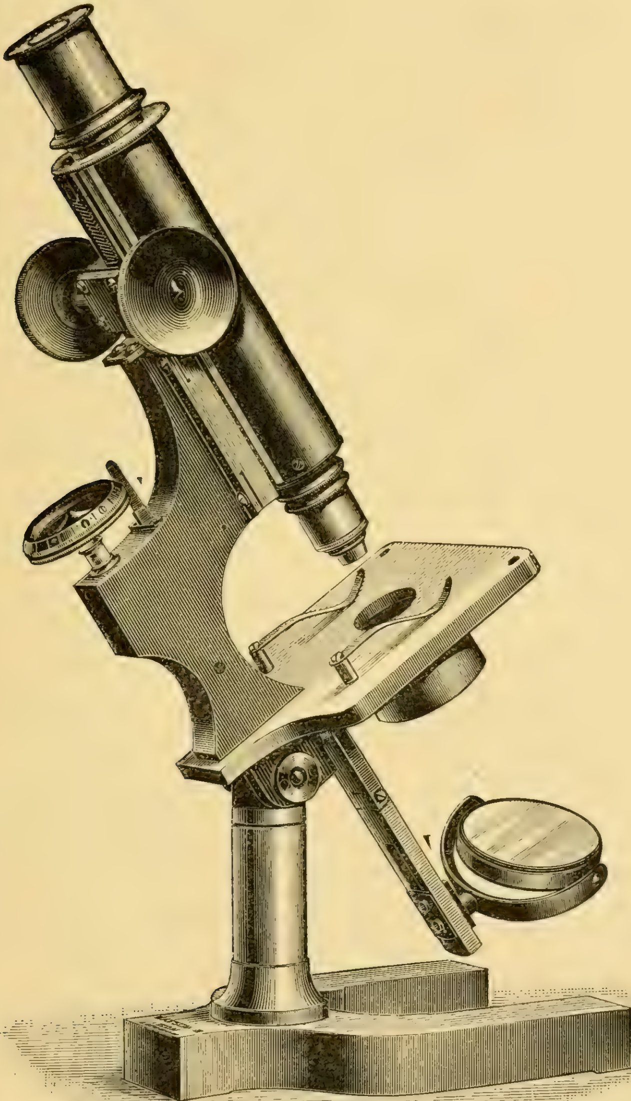


Fig. 18. — The Edimburgh student's microscope, stand B, de la maison W. Watson et Sons.

Nous ne nous attarderons pas à signaler le grand assor-

timent d'accessoires du microscope exposés par la même maison ; tous ces appareils étaient admirablement soignés et construits avec la préoccupation constante de faciliter le travail de l'observateur et de l'aider puissamment dans les recherches délicates.

Signalons une série d'objectifs achromatiques fort estimés, livrés à bon marché, et parmi eux le 1/12e de pouce à immersion homogène de 1,25 d'ouverture numérique offrant les qualités les plus précieuses et permettant de résoudre les tests les plus difficiles. Cet objectif à immersion à huile est laissé pour 135 francs.

La maison de MM. W. Watson et fils est trop bien connue de nos lecteurs pour que nous ayons à en faire les éloges ; nous rappellerons cependant qu'au nombre des nombreuses récompenses qu'elle a obtenues à toutes les expositions figurent deux médailles d'or qui lui ont été décernées par le Jury de l'Exposition Universelle internationale qui eut lieu à Paris en 1889.

Carl Zeiss, à Iéna

S'il est une maison qui ait su acquérir en Europe, et même dans le monde entier, une réputation rapide et justifiée, c'est bien celle de M. Carl Zeiss, d'Iéna. Cependant, cette maison fabrique-t-elle des microscopes plus parfaits que ceux que livrent les constructeurs dont nous avons déjà parlé ? En aucune façon ; ce n'est pas dans la partie mécanique des montures qu'il faut chercher l'origine du renom de la maison Carl Zeiss, c'est dans la partie optique. Hâtons-nous de dire que les instruments sortis des ateliers de Iéna ne laissent rien à désirer, et qu'ils soutiennent même très avantageusement la comparaison avec ceux qui passent pour être les mieux faits.

La réputation de ce constructeur, vient-il d'être dit, est due aux systèmes optiques qu'il a livré aux observateurs exigents et difficiles. Contrairement à ce qu'ont fait beaucoup d'opticiens, Carl Zeiss n'a pas piétiné sur place, il a marché de l'avant et écouté les conseils éclairés du savant

professeur Abbe, qui a été pour sa maison une véritable providence. De l'association d'un théoricien distingué et d'un mécanicien fort habile il ne pouvait résulter que des recherches utiles pour tous et, en effet, on doit à MM. Abbe et Carl Zeiss la création de types d'objectifs *supérieurs* dans toute l'acception de ce qualificatif. C'est là un fait indéniable qu'on contesterait en vain, et on ne parviendrait pas plus à amoindrir le mérite de ces savants qu'à démontrer que ce n'est pas à Amici que nous devons les appareils à immersion à eau et à huile.

L'idée d'employer à la construction des objectifs des matériaux à haut indice de réfraction n'est pas nouvelle ; il y a plus de trente ans qu'on a construit des frontales avec des gemmes précieuses, avec du corindon, du rubis spinelle très peu coloré, et même on a tenté d'employer le diamant, dont l'indice est de 2,5 environ ; on sentait donc la nécessité d'augmenter l'ouverture des objectifs. Mais où les recherches de Carl Zeiss deviennent à la fois scientifiques et méritoires, c'est dans les tentatives de production de verres artificiels pouvant suppléer aux gemmes et aux minéraux que la nature présente rarement en blocs assez gros, suffisamment limpides. Cependant M. Carl Zeiss n'a pas cessé d'être entièrement tributaire de la nature, car dans ses apochromates, il entre encore de la fluorine, dont l'indice de rétraction est voisin de 1,4. S'il faut reconnaître l'utilité des services rendus à l'optique microscopique et même photographique — car la maison d'Iéna, construit d'admirables objectifs photographiques — il est juste, également, pour en connaître toute l'étendue, d'attendre plusieurs années afin de pouvoir apprécier si les verres nouveaux supportent sans dommage la vieillesse et les variations atmosphériques. Cette crainte de voir les verres aux phosphates et aux borates s'altérer spontanément, M. Carl Zeiss ne paraît pas l'avoir complètement bannie de son esprit, et c'est, nous l'en félicitons, une preuve que chez lui dominent, avant tout, les qualités d'un bon expérimentateur.

Le statif I de Carl Zeiss est un grand et magnifique instrument, très sobre de complications ; sans les dimensions exagérées de sa platine, qui lui enlèvent une partie de sa grâce, on pourrait le considérer comme parfait. Nous

pensons inutile de dire ici que son mouvement rapide est à crémaillère; qu'il est pourvu d'un mouvement micrométrique doux et excellent ; qu'il possède un éclairage Abbe des mieux soignés et un diaphragme-iris doué des mouvements latéraux d'excentrage, etc. Tout cela s'entend évidemment, et nous ajouterons que la partie supérieure de l'instrument possède le mouvement de rotation autour de l'axe optique ; que le microscope peut s'incliner sur une charnière et être arrêté au moyen d'un écrou à levier dans toutes les positions, enfin que l'éclairage peut se centrer très exactement.

Le prix de cette superbe monture avec l'éclairage Abbe de 1,40 d'ouverture est de 375 francs.

Le statif I*a*, très voisin de construction du précédent, est muni d'une platine tournante en ébonite de $0^m,12$ de diamètre, pouvant être remplacée au besoin par une platine à chariot.

La platine tournante est centrable par le moyen de deux vis latérales, qu'on détourne à tort, à notre sens, de leur usage pour procurer quelques mouvements à la préparation. La platine à chariot mobile de Carl Zeiss étant très pratique, il importe de l'acheter avec ce statif I*a*, qui revient alors à 500 francs ou à 375 francs sans chariot.

La platine à mouvement rectangulaire est aujourd'hui un accessoire de première nécessité. Quand on l'a employée quelques années, il devient difficile de s'en passer dans toutes les études précises : sans elle, on ne saurait examiner systématiquement les objets contenus dans une préparation, car au bout de quelque temps d'observation, le maniement du porte-objet à la main devient pénible, fatigant, et, pour peu que tout ne marche pas au gré du micrographe, ce dernier devient nerveux, il imprime à la préparation des mouvements saccadés, repasse cent fois au même endroit et néglige des points que son œil n'a encore pas visités. A côté de ces inconvénients, l'observateur qui n'emploie pas un chariot mobile n'a aucun moyen de repérer, dans la préparation, les objets qu'il désire revoir et étudier. Sur la platine à mouvements rectangulaires de Carl Zeiss se trouvent deux verniers très précis qui peuvent dans une certaine mesure servir à prendre la dimension

des objets et suppléer, au besoin, à l'insuffisance des

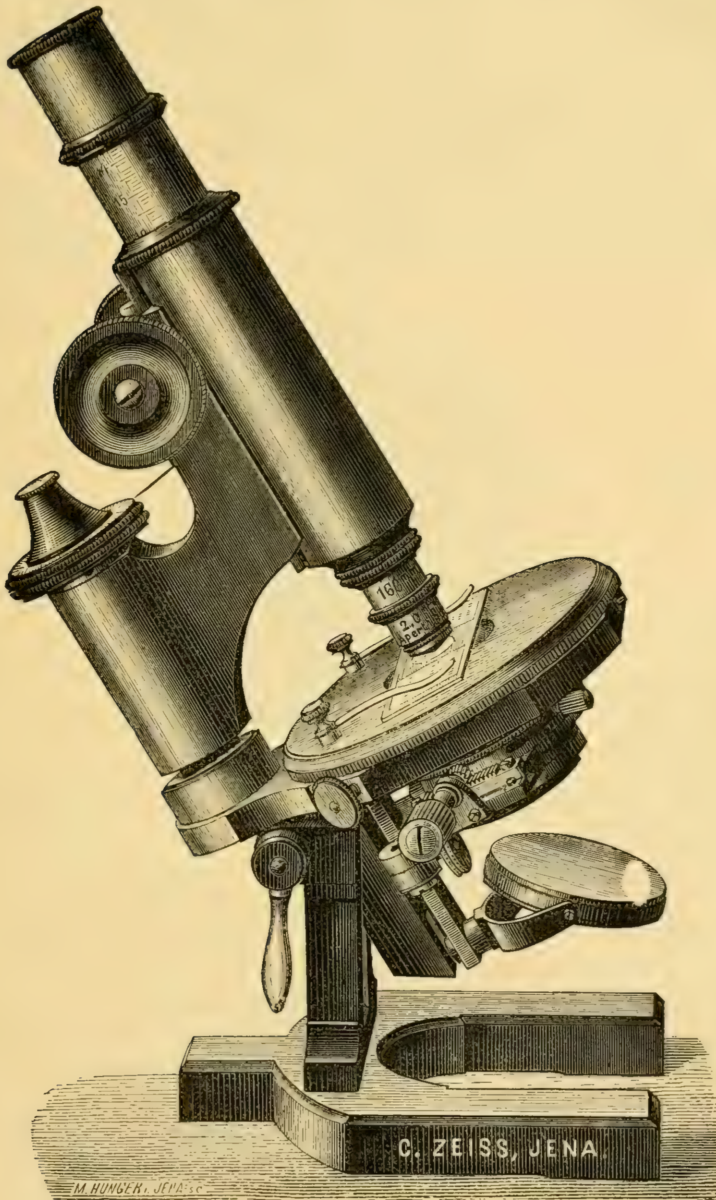


Fig. 19. — Statif II*a* de la maison Carl Zeiss (1/2 grandeur naturelle).

micromètres oculaires. Disons encore que les pignons qui

meuvent cette platine sont peu encombrants, alors qu'ils le sont réellement dans le grand statif de Seibert; que sa construction est telle qu'il se prête à tous les modes d'éclairage, et qu'enfin, il peut recevoir les porte-objets de toutes grandeurs, même des *plaques de cultures*, si telle est la fantaisie de l'observateur.

Le statif II *a*, dont nous donnons le dessin (*fig*. 19), est l'instrument le plus habituellement employé dans les recherches journalières de bactériologie; il est de grandeur moyenne et très bien conditionné, à crémaillère, muni d'une

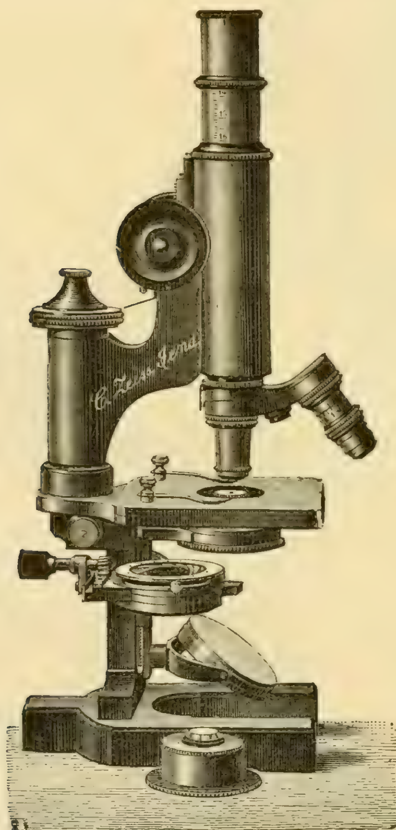


Fig. 20. — Statif IV*a* de Carl Zeiss, au 1/4 de grandeur naturelle.

platine tournante en caoutchouc durci de $0^m,10$ de diamètre, il peut s'incliner dans le plan méridien et être fixé dans toutes les positions; il possède un éclairage d'Abbe

de 1,40 d'ouverture; son prix avec ce condensateur est de 362 fr. 50.

Le statif IV qui se trouve représenté au quart de grandeur naturelle dans la figure 20 est encore un instrument très confortable, solide et d'un bon usage; il peut recevoir un condensateur à grand angle (1,20) avec un diaphragme-iris très bien conditionné. Nous devons à cet égard ajouter que les diaphragmes-iris de Carl Zeiss sont peut-être les meilleurs qui aient été construits jusqu'ici ; tandis que la plupart de ceux qui sortent des ateliers des autres opticiens

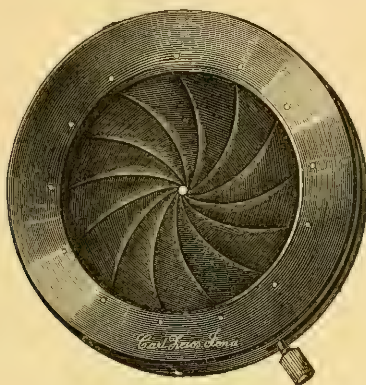


Fig 21. — Diaphragme-iris de Carl Zeiss, grandeur naturelle.

laissent, *au minimum,* passer un faisceau lumineux de 2^{mm} de diamètre, le diaphragme-iris, représenté dans la figure 21 à grandeur naturelle, peut se fermer de façon à ne laisser passer qu'un pinceau de rayons de 0^{mm},5 de diamètre.

La monture du statif IV de Carl Zeiss avec son condensateur à grand angle est laissée au prix très abordable de 250 francs, ce qui est certainement le bon marché allié à la solidité.

Comme tous les constructeurs, M. Carl Zeiss fabrique des instruments très simples à la portée de toutes les bourses, des étudiants ou des amateurs dont les études microscopiques doivent être peu approfondies ou encore des personnes qui veulent se familiariser avec le maniement du microscope; dans ce cas, le statif VII (*fig.* 22), représenté au quart de grandeur naturelle, trouve son emploi ;

son prix est de 75 francs, et il possède une très bonne vis micrométrique qui permet l'usage des objectifs à sec fortement grossissant.

Enfin, de même que Carl Reichert, la maison qui nous occupe livre des appareils encore plus simples ; mais sans vis micrométrique (statif IX), au prix de 50 francs.

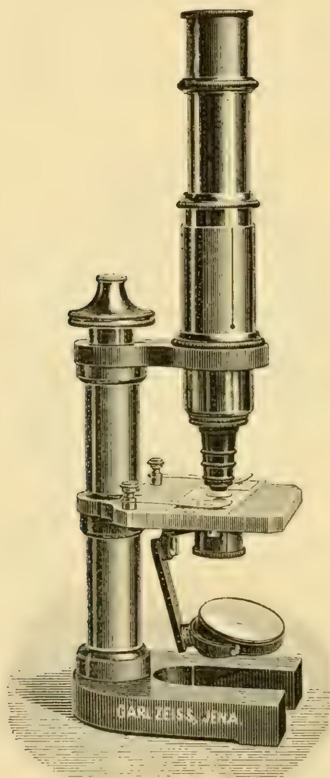


Fig. 22. — Statif VII de Carl Zeiss, à 1/4 de grandeur naturelle.

Reichert vend 37 francs un appareil à peu près identique de forme ; quoi qu'il en soit de cette lutte du bon marché, c'est encore E. Leitz qui l'emporte, car il laisse à 25 francs la monture de son statif V avec *vis micrométrique*.

C'est loin d'être une économie pour les observateurs de se laisser tenter par ces prix dérisoires. Quand on veut travailler sérieusement au microscope, le premier acte doit être de se procurer une monture *très solide*, présen-

tant *toutes les commodités possibles*. On ne regrettera jamais d'avoir fait l'acquisition d'un microscope grand modèle, très stable, à renversement, à mouvement de rotation autour de l'axe optique, et surtout à chariot mobile, à crémaillère et vis micrométrique irréprochables, avec éclairage perfectionné axial et oblique ; il vaut mieux ne pas acheter de microscope, que de s'en procurer de rudimentaires, car ces derniers instruments sont destinés tôt ou tard à aller au *rebut*.

La maison Carl Zeiss, en dehors des statifs que nous avons signalés, met en vente des microscopes fort bien conditionnés dits : modèles du professeur Babuchin, un beau statif pour la minéralogie, la photomicrographie, etc.

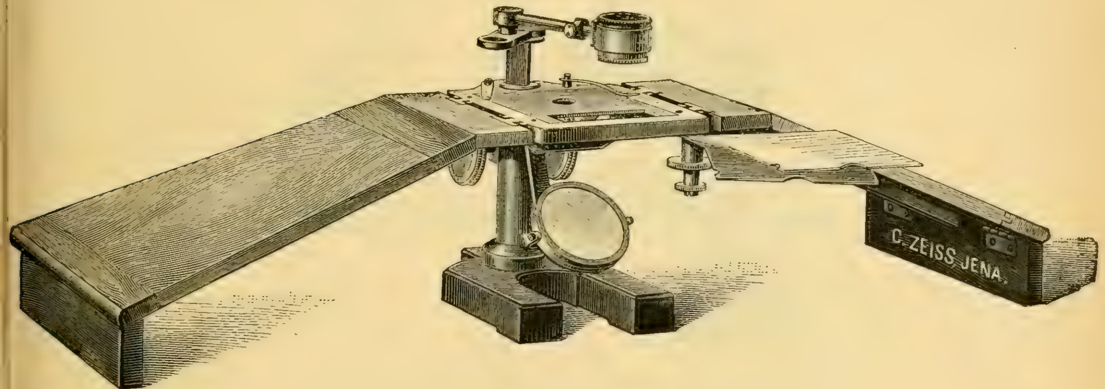


Fig. 23. — Statif à dissection I de la maison Carl Zeiss.

Pour la dissection, il construit un statif avec appuie-mains commode et bien compris (voir *fig.* 23). Un appareil à dessiner d'Abbe (voir *fig.* 24), pouvant remplacer avec avantage les chambres claires qui ont été imaginées et construites depuis Oberhaüser. Ces sortes d'instruments sont sans doute recommandables, mais, depuis l'application de la photographie aux recherches journalières de microscopie, les savants et les amateurs trouvent infiniment plus commode, plus rapide et incomparablement plus exact de fixer les images des préparations sur une glace sensible, qui sert plus tard à multiplier les dessins à volonté, que

de lever des croquis dont l'exactitude parfois est contestée et contestable.

M. Carl Zeiss avait aussi exposé à Anvers, fixées sur un panneau et toutes démontées, les diverses pièces qui entrent dans la construction de la monture de son grand statif I. Ce qui frappe tout d'abord, c'est la multiplicité des pièces qu'exige la confection d'un beau microscope, et après un examen attentif de ces pièces, pour la plupart fondues, tournées et polies, on ne s'étonne pas que les montures quelque peu soignées puissent atteindre plusieurs centaines

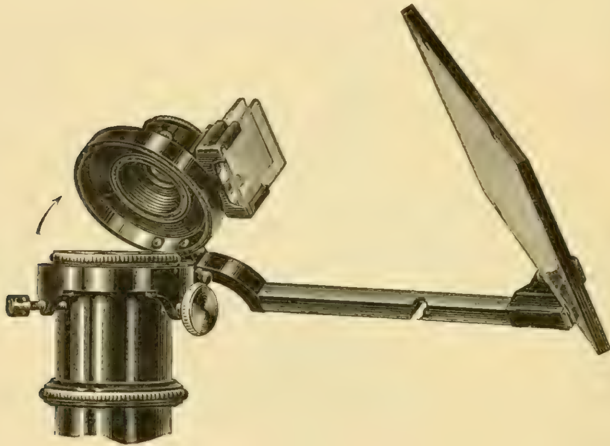


Fig. 24. — Appareil à dessiner, d'après Abbe, construit par Carl Zeiss.

de francs ; l'impression qu'on retire d'un pareil examen, c'est que les montures des microscopes de précision actuels sont réellement livrées à bon marché.

La vitrine où M. Carl Zeiss avait exposé les blocs de verre brut et les lentilles taillées avec les diverses pièces qui entrent dans la construction d'un objectif apochromatique de 8 millimètres et d'un oculaire compensateur, était de même très instructive à examiner. Mais, qu'on nous passe l'expression à l'égard de ceux qui ne sont pas du métier, les profanes ne ressentent pas à cet aspect l'impression que les objectifs et les oculaires sont livrés à bon compte; tout au contraire, puisque aujourd'hui les calculs ont établi la forme exacte des gabarits donnant les cour-

bures des lentilles objectives, correctives, etc... qu'en un mot la construction des systèmes optiques se fait pour ainsi dire automatiquement, on se demande, tout naturellement, s'il ne serait pas possible de baisser considérablement le prix des oculaires et des objectifs dont l'usage est courant. Certes, nous ne trouvons pas à redire qu'on fasse payer fort cher à un amateur riche des objectifs excentriques et sans valeur pratique, comme le 1/50e de pouce, mais qu'on maintienne à 500 ou 600 francs des immersions homogènes, alors qu'on s'ingénie à faire des microscopes très confortables à 300 et 400 francs ; c'est, il nous semble, reprendre d'une main ce que l'on donne de l'autre. Ainsi, disons-nous, raisonnent le profane, et le travailleur sérieux qui voit jusqu'ici que la progression en perfection est en rapport direct avec la progression des prix. Un progrès qui consiste à payer plus cher quelque chose de moins mauvais n'est peut-être pas progrès ; aussi n'est-il pas difficile de prédire que le constructeur qui saura associer la bonté au bon marché, ainsi que nous le disions en commençant ce paragraphe, est celui qui aura le plus de succès.

Le grand appareil pour la photomicrographie (*fig.* 25), qu'avait exposé Carl Zeiss, est surtout un instrument de musée et d'institut ; ses dimensions considérables le rendent gênant pour un amateur ou un savant ; d'ailleurs, le vrai photomicrographe a presque toujours l'habitude de créer lui-même l'appareil qui peut servir le plus commodément à ses recherches. En cette matière, chacun s'arrange à sa manière. Quant à nous, nous avons fait sceller notre table de chêne qui soutient l'appareil photomicrographique de notre laboratoire contre un mur de l'Observatoire de Montsouris, épais de 0^m^,40, de façon à éviter toutes les trépidations qu'on peut provoquer en marchant sur le parquet. Avec cet instrument, nous pouvons photographier, à la lampe au pétrole, avec un très beau relief, des bactéries *non colorées*, alors même que le temps de pose dépasse 1 h. 1/2. La chambre noire de ces appareils doit être, comme le système optique, soustraite à toutes les trépidations, de même que l'éclairage.

Si la table qui soutient l'éclairage électrique, le banc

optique et le microscope de Carl Zeiss, présente une grande stabilité, nous reprocherons cependant au support de la

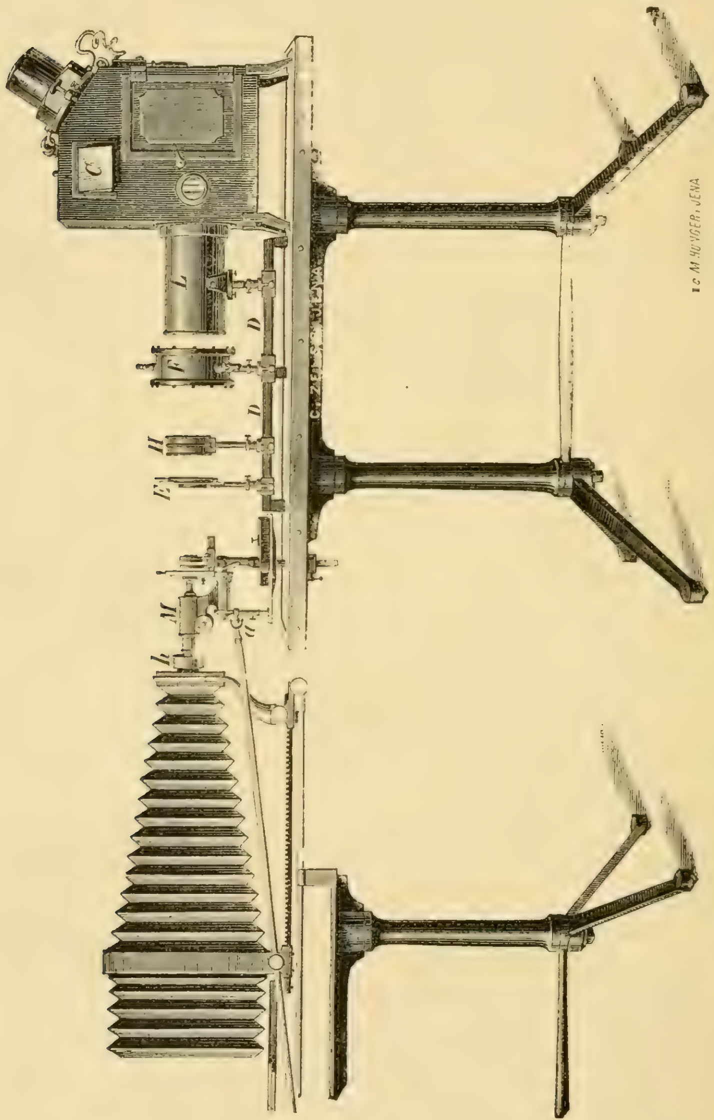


Fig. 25. — Grand appareil pour la photomicrographie et la projection, de la maison Carl Zeiss.

chambre noire une trop grande légèreté ou flexibilité. En tout cas, le petit appareil photomicrographique de la figure 26 est réellement trop aérien ; l'éclairage, le

microscope, la chambre noire, peuvent osciller séparément, ce qui, en photomicrographie, est un inconvénient beaucoup plus grave, que lorsque les vibrations intéressent le support de l'appareil photomicrographique en entier. Si une oscillation se produit, dans ce dernier cas, elle s'effectue dans le même sens pour tous les appareils qui composent le système, et on comprend très bien qu'une secousse puisse ne changer en rien la position relative de l'éclairage, du microscope et de la glace sensible. Nous ne saurions donc faire des éloges de l'appareil représenté dans la figure 26.

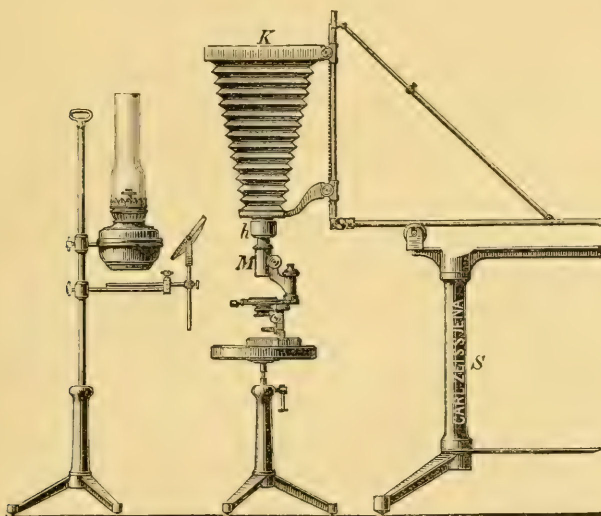


Fig. 26. — Petit appareil photomicrographique, de Carl Zeiss.

La maison Carl Zeiss, d'Iéna, construit des objectifs achromatiques et apochromatiques, elle a même le mérite d'avoir créé ces derniers, et la satisfaction flatteuse d'être suivie dans cette voie par tous les opticiens.

Les objectifs achromatiques de cette maison sont construits au nombre de 18, savoir ; 13 objectifs à sec d'une distance focale variant de 40 millimètres à 1^{mm},85, et d'une ouverture numérique allant jusqu'à 0,90 ; les trois derniers objectifs à sec sont à correction, le prix de ces systèmes varie de 15 à 105 francs avec une augmentation de 25 francs environ pour la correction ; ces objectifs sont

d'une très grande perfection, plusieurs d'entre eux sont remarquables par leur grande clarté et leur distance focale considérable, entre autres l'objectif DD (4^{mm},3 de foyer), et 0,85 millimètres d'ouverture numérique. L'immersion à eau D*, de 0,75 d'ouverture numérique et d'une distance focale de 4^{mm},3, est superbe sous tous les rapports; elle est destinée à plonger dans les cellules humides, où l'on peut rarement pénétrer avec de forts grossissements, faute d'une distance frontale suffisante. On doit également considérer comme parfaites les immersions à eau H et J de 1,15 à 1,20 d'ouverture, de 2^{mm},4 et 1^{mm},8 de foyer équivalent, et dont les prix relativement modérés sont respectivement 137 fr. 50 et 180 francs, ou, avec la correction, 162 fr. 50 et 205 francs. Les immersions homogènes achromatiques, chacune de 1/12e de pouce, de 1,20 et 1,30 d'ouverture, de 2 millimètres de distance focale, laissées à 200 francs et à 375 francs, sont également excellentes ; mais on aura avantage de leur préférer les apochromatiques de 1,30 et 1,40 d'ouverture numérique, si l'on dispose de 500 à 600 francs.

Carl Zeiss construit actuellement 11 objectifs apochromatiques, possédant tous des qualités de visibilité supérieure : 4 à sec de 0,30 à 0,95 d'ouverture numérique, d'une distance focale de 16 millimètres à 3 millimètres, d'un prix variant de 120 à 250 francs ; un seul apochromatique à immersion à eau, avec correction, d'un grossissement propre de 100 diamètres, livré au prix de 375 francs ; 5 objectifs à immersion homogène de toute beauté et d'une excellence exceptionnelle, 3 d'entre eux de 1,30 d'ouverture numérique, et deux de 1,40; leur prix est malheureusement très élevé, il oscille de 500 à 625 francs.

Pour des études spéciales d'une grande précision, Carl Zeiss a fabriqué un objectif de 1,63 d'ouverture numérique, de 2^{mm},5 de distance focale et qui coûte 1,000 francs. Ce système doit être immergé dans le monobromure de naphtaline, il réclame l'usage de porte-objets et de covers en flint lourd de 1,7 environ d'indice de réfraction. Le médium employé dans ce cas pour la préparation doit être également d'un haut indice.

L'usage des objectifs apochromatiques nécessite des

oculaires compensateurs que la maison d'Iéna construit au nombre de 7, et livre à des prix variant de 25 francs à 37 fr. 50. Enfin, n'oublions pas de dire que Carl Zeiss a également créé les objectifs à projection, qui sont vendus à 50 francs pièce, et qui rendent de très grands services en photomicrographie, bien qu'ils diminuent considérablement l'intensité lumineuse comme, d'ailleurs, tous les systèmes qu'on place sur les trajets de l'image projetée par l'objectif.

Carl Zeiss reste jusqu'aujourd'hui le meilleur constructeur d'objectifs des deux continents ; nous ne doutons pas que les autres opticiens n'arrivent rapidement à faire aussi bien que lui; mais la perfection qu'il a su donner à ces parties si essentielles du microscope n'a encore été dépassée par personne, il faut le reconnaître avec franchise et souhaiter que cette réelle bonté soit dans un avenir prochain accompagnée d'un réel bon marché.

« Le 1/8e de pouce achromatique à immersion homogène de 1,40 d'ouverture, dit M. le Dr H. van Heurck (1), d'après mes observations prolongées depuis six ans, est l'objectif le plus beau qui existe actuellement.

« Les images du *Pigidium* et du *Podura* sont d'une pureté parfaite ; les bacilles ont des contours excessivement nets ; l'*Amphipleura* se résout nettement en perles, et l'image de résolution en stries est parfaite et également pure sur toute l'étendue de la valve. Même sous une grande obliquité, l'image reste plane, et il n'y a pas la moindre déformation de la valve.

« Dans l'éclairage axial, le 12e groupe de Nobert se montre parfaitement, et dans l'éclairage oblique on résout sans peine le 19e. La distance frontale de cet objectif, malgré sa grande ouverture numérique, est considérable. »

Enfin, en terminant, représentons le changeur à coulisses de la maison Carl Zeiss, qui se compose, comme on voit dans les figures 27 et 28, de deux pièces : l'une vissée à l'extrémité du tube du microscope, essentiellement constituée par une mortaise en queue d'aronde, légèrement

---

(1) *Le Microscope*, 4e édition, page 207.

inclinée de haut en bas, de façon à éviter le déplacement spontané du tenon que cette mortaise reçoit, et sur lequel est vissé l'objectif; ce tenon, comme on le distingue dans la coupe de l'instrument représenté (*fig.* 28), présente quelques particularités dignes d'être signalées : il est formé de deux pièces frottant à plat, l'inférieure mobile porte l'objectif et peut, au moyen d'une vis, être mue d'avant en arrière ; une seconde vis adaptée à la pièce coulissante règle la profon-

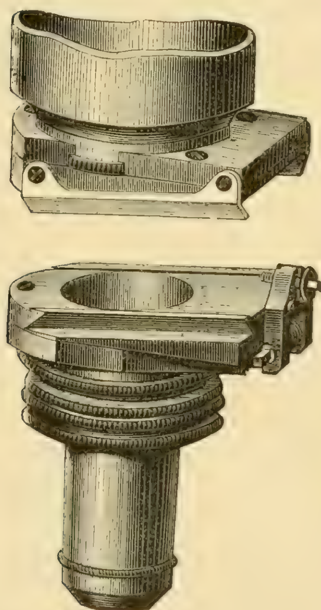


Fig. 27. — Changeur d'objectifs à coulisse de Carl Zeiss.

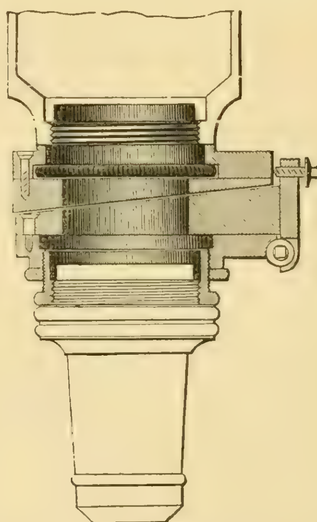


Fig. 28. — Coupe du changeur d'objectif à coulisse de Carl Zeiss.

deur de l'enfoncement du tenon, ce qui procure un mouvement de droite à gauche ; avec les excursions que fournissent ces deux mouvements presque en croix, il est évidemment possible de centrer l'objectif, et, si chaque objectif possède son tenon, le centrage de ces parties optiques est une opération qui demande simplement à être faite une fois pour toutes.

On voit donc, par ce qui précède et par les appareils multiples rationnellement exécutés par la maison d'Iéna, que les préoccupations constantes de M. Carl Zeiss sont de

venir en aide aux observateurs ; aussi ce constructeur, de même que ceux dont les instruments étaient réunis à Anvers à l'occasion du 3e centenaire de la découverte du microscope, a droit à toute la reconnaissance des micrographes.

Carl Reichert, à Vienne. VIII Bennogasse, 26

Deux ans après la fondation de sa maison, Carl Reichert faisait déjà admirer ses microscopes à l'Exposition Universelle de Paris de 1878, et recevait à cette occasion une haute récompense (la grande médaille d'or). Depuis, une grande quantité de microscopes sont sortis des ateliers de Vienne qui doivent compter parmi les plus vastes de l'Europe, et sont de beaucoup les plus importants de l'Autriche-Hongrie. Nous croyons savoir que cette maison fabrique annuellement 800 à 900 microscopes, et, ce qui importe bien plus aux observateurs que le nombre, c'est la qualité des instruments que livre M. Carl Reichert, dont la bonne facture n'a à redouter aucune concurrence.

L'Institut d'optique de Vienne construit une grande variété d'instruments utilisables pour toutes les branches de la microscopie : des microtômes très estimés sur lesquels nous reviendrons, des hématimètres, des appareils à projection, de photomicrographie ; etc... enfin, tous les appareils que réclament les études précises de micrographie, aussi la réputation de cette maison n'a-t-elle pas tardé à grandir, grâce à son système qui est de bien faire et de livrer à bon marché.

Les statifs exposés à Anvers, dont nous pouvons reproduire quelques dessins, sont construits d'après le type continental ; ils se recommandent par leur disposition simple, leur solidité et leur commodité.

Le grand statif I*a* (*fig.* 29) est muni d'une platine circulaire tournant sur son axe d'après le système anglais ; elle se met et s'enlève facilement, et peut être remplacée par une platine circulaire ordinaire. La platine mobile (voir *fig.* 30) est peu épaisse, et peut à l'aide de deux boutons,

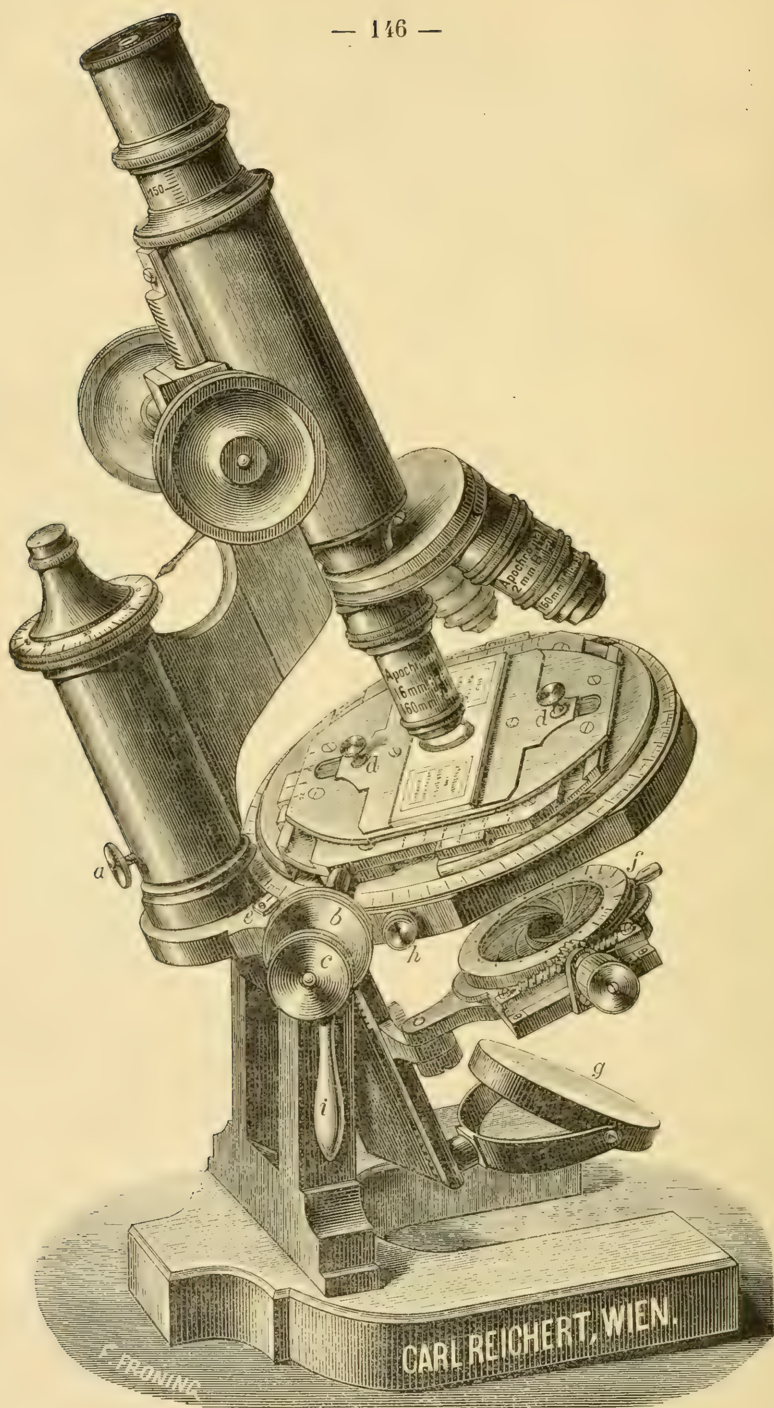


Fig. 20.— Nouveau modèle I*a* de la maison Carl Reichert, à 1/2 grandeur naturelle.

placés latéralement éprouver un déplacement, très exact d'environ 25 millimètres, dans deux sens perpendiculaires. Le mouvement rapide et le mouvement lent ainsi que l'appareil d'éclairage muni du diaphragme-iris sont construits avec beaucoup de précision et répondent aux exigences les plus minutieuses. Le prix de ce magnifique microscope avec la platine mobile est de 460 francs ; sans cette pièce accessoire, son prix devient 335 francs.

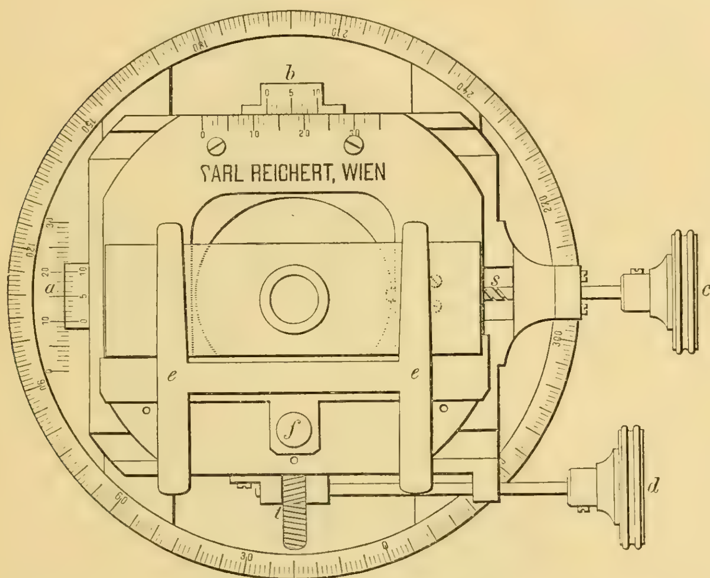


Fig. 30. — Platine mobile de dernière construction de la maison Carl Reichert, pour le statif I*a*.

Le statif II (*fig.* 31) constitue un instrument de travail particulièrement maniable, commode et bon marché: 230 francs avec l'éclairage d'Abbe et le diaphragme-iris. La construction de l'appareil d'éclairage indiqué dans la figure 31 mérite une mention spéciale ; elle permet en effet de passer facilement de l'éclairage par le condensateur d'Abbe à l'éclairage ordinaire par le miroir plan et concave, ce qui est fréquemment utile pour les recherches histologiques. A ce statif appartient aussi le chariot mobile construit primitivement par M. Reichert, que d'autres

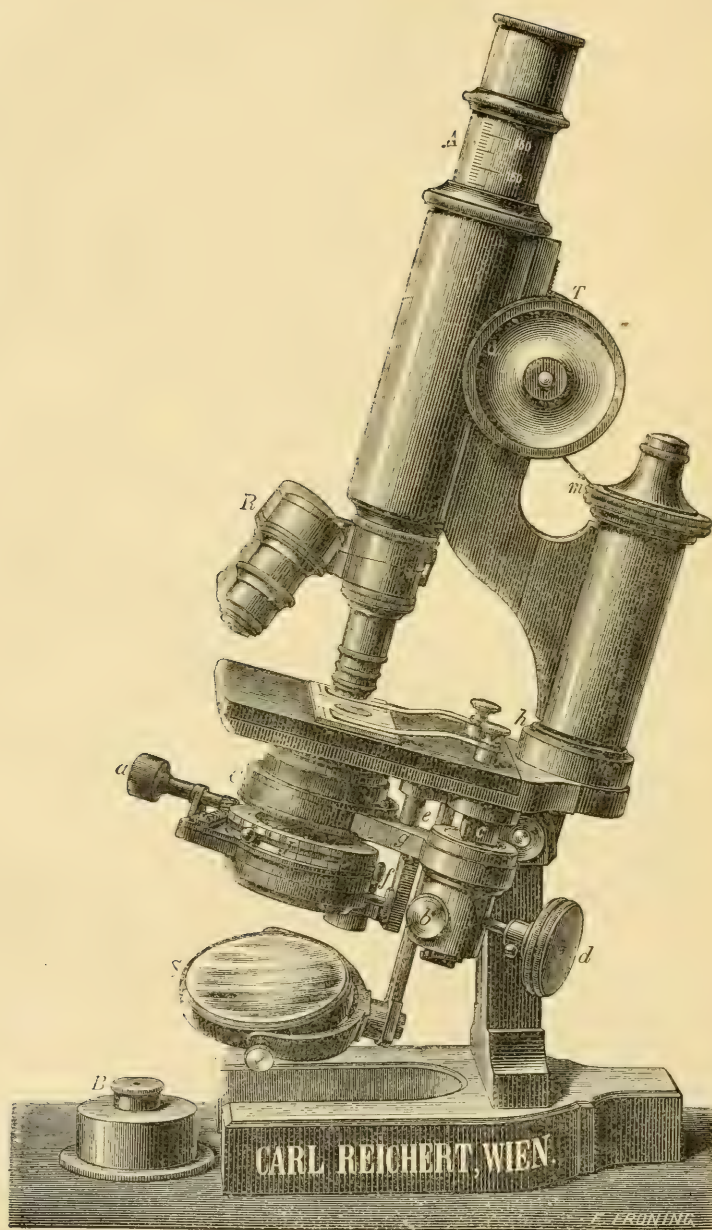


Fig. 31. — Modèle II*b* de la maison Carl Reichert, à 1/2 grandeur naturelle.

maisons exécutent maintenant aussi d'une manière analogue. Ce chariot mobile (voir *fig.* 32) peut être adapté à tous les statifs un peu grands du type continental; il se fixe au moyen de la vis *i*, on l'enlève également avec facilité; cet appareil permet d'immobiliser n'importe quel objet, au moyen des valets *a* et *a'*, et de le promener dans le sens diagonal par les vis et les boutons *bb'*, *cc'*,

Le statif III, de dimensions un peu plus faibles que le précédent, est un microscope d'étudiant particulièrement bien compris, à la fois bon et pratique. Le mouvement rapide et le mouvement lent sont excellents; l'appareil

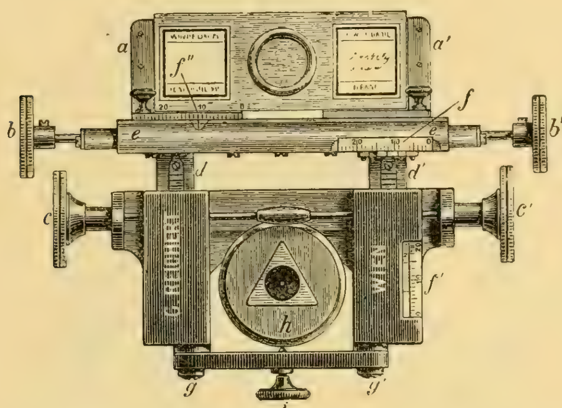


Fig 32. — Platine mobile pour les statifs II*b* construite par Carl Reichert.

d'éclairage d'Abbe avec le diaphragme-iris qui se manie aussi facilement et d'une manière analogue à celui du statif III, permet également d'employer cet instrument pour les recherches difficiles. Ce statif (*fig.* 33) est le moins cher qui permet l'emploi de toutes les innovations; son prix avec le mouvement rapide par crémaillère, le mouvement lent par une vis micrométrique très soignée, le condensateur Abbe avec le diaphragme-iris, est de 145 francs, ou de 107 francs sans ce condensateur.

Le statif VII est de même un instrument à la fois commode et joli; on peut le recommander à l'étudiant, il trouve aussi sa place dans les laboratoires. Le pied de ce statif (*fig.* 34) est en forme de fer à cheval à large base, il est fait d'un

morceau de métal massif, auquel sont fixés le tube avec la vis micrométrique et la platine. Cette dernière est circulaire et très large, de façon à se prêter à un emploi étendu dans

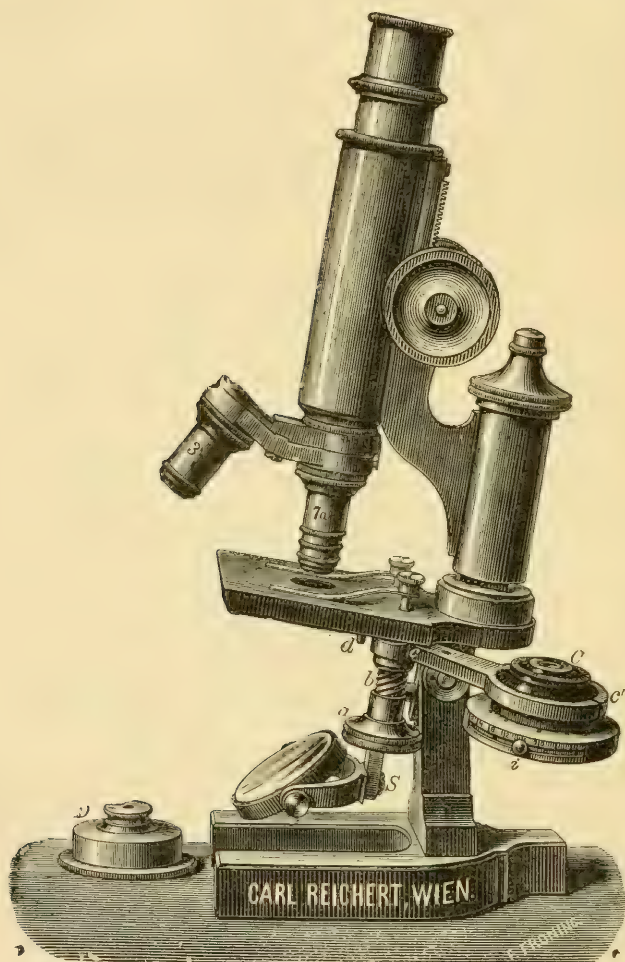


Fig. 33. — Modèle N° III de la maison Carl Reichert, à 1/2 grandeur naturelle.

les diverses recherches techniques et scientifiques. On peut également adapter à ce statif un condensateur avec diaphragme-iris; la vis micrométrique est si finement travaillée, que l'on peut même s'en servir en toute sûreté avec

des objectifs à immersion, et comme le mouvement rapide se fait par une crémaillère, il est parfaitement possible d'adapter au tube un révolver. Cet instrument est d'une

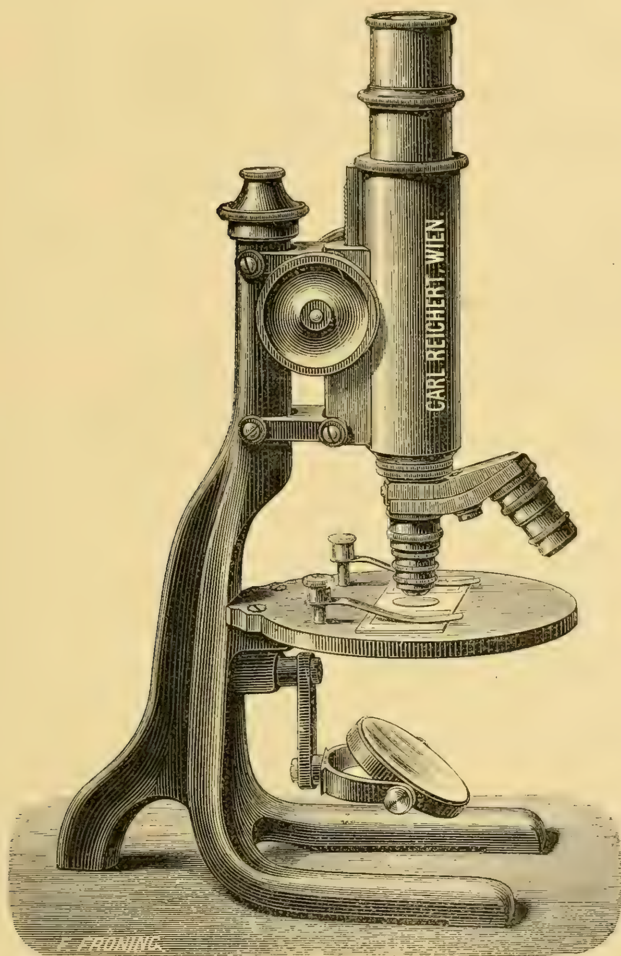


Fig. 34. — Modèle N° VII*a* de la maison Carl Reichert, à 1/2 grandeur naturelle.

modicité de prix remarquable, il est livré à 65 francs et à 37 francs sans la vis micrométrique.

En outre de ces statifs, M. Carl Reichert avait également exposé des microscopes pour les études minéralogiques et géologiques, ainsi qu'un microscope de voyage

très heureusement combiné, d'un bon marché rare, 125 francs avec le condensateur d'Abbe et diaphragme-iris.

En fait d'objectifs, M. Carl Reichert avait mis sous les yeux des visiteurs des objectifs apochromatiques, semi-apochromatiques et achromatiques, pourvus d'une distance focale variant de 2 millimètres à 60 millimètres.

Cette maison construit des objectifs apochromatiques depuis 1887 (1). Les photomicrographies que M. le professeur H. van Heurck a exécutées à l'aide de ces objectifs en démontrent la perfection. L'objectif achromatique de 4 millimètres, de 0,95 d'ouverture numérique, montre, avec une netteté et une pureté rare, les perles du *Pleurosigma angulatum;* dans toute l'étendue du champ, l'objet est défini avec une netteté égale ; aucun autre objectif à sec ne l'a surpassé jusqu'ici (prix 200 francs).

Dans les photographies exécutées au moyen de l'objectif apochromatique à immersion à 2 millimètres de foyer, d'un angle d'ouverture de $1^{mm},40$ que la maison laisse à 500 francs, les perles du *Surirella gemma*, et les stries de l'*Amphipleura pelucida* sont résolues d'une manière qui n'a pas été non plus dépassée par aucun autre objectif à immersion homogène ; seul, l'objectif de Carl Zeiss, au monobromure de naphtaline, montre plus de détails.

En dehors de ces objectifs coûteux, surtout fabriqués en vue de la photomicrographie, la maison Carl Reichert construit essentiellement des objectifs *semi-apochromatiques*, au nombre de 5, avec angles d'ouverture variant de 1,20 à 1,40, et d'un prix allant de 125 francs à 300 francs. Comme on le sait, on se sert pour les objectifs apochromatiques, d'un minéral appelé la fluorine, que son peu de pouvoir dispersif qualifie tout particulièrement pour obtenir un achromatisme parfait. Ce corps cristallisé, dont les gisements se trouvent dans la nature, a malheureusement le défaut de se trouver très rarement dans un état de pureté satisfaisant, les morceaux de spath fluor, dont on peut faire des lentilles, sont conséquemment très coûteux, et difficiles

(1) Voir *Zeitschrift für Wissenschaftliche Microscopie und Fechnik* V, 2, et *Bulletin des séances de la Société belge de microscopie* du 30 juin 1888.

à travailler en raison du peu de leur dureté. Le prix élevé des objectifs achromatiques provient donc moins de leur pouvoir supérieur que du coût élevé de leur fabrication.

Les objectifs semi-apochromatiques sont construits avec les nouveaux verres aux phosphates et borates, et sont bien supérieurs, en ce qui concerne la netteté de la vision et du pouvoir résolvant, aux anciens objectifs achromatiques, bien que la maison Reichert en construise cependant d'excellents à un bon marché inusité.

A cet égard, les semi-apochromatiques valent les apochromatiques, et ne leur sont un peu inférieurs qu'au point de vue de l'achromatisme, ce dont on ne s'aperçoit qu'à l'examen des tests les plus difficiles. Les semi-apochromatiques exposés à Anvers donnaient des images d'une netteté et d'une pureté parfaites, et à cet égard nous ne pouvons que partager l'opinion que le Dr Nelson a exprimée dans le numéro de février 1890, du *Journal of the royal microscopical Society* de Londres :

« L'objectif à immersion homogène de 1/12e de pouce, avec angle ouverture de 1,25, que m'a livré M. Reichert, constructeur de microscopes à Vienne, dit ce savant, est le plus bel objectif à immersion que j'aie jamais vu, les apochromatiques exceptés. L'aberration sphérique et chromatique est admirablement compensée, ainsi que l'on peut s'en apercevoir distinctement quand on projette sur l'objet le cône éclairant au moyen du condensateur achromatique de Zeiss grand ouvert. Je ne connais point d'objectif qui supporterait aussi bien une pareille épreuve. L'objet que j'avais choisi possède une carapace de silex épaisse, et se prête, par cela, bien à la démonstration de toutes espèces de nuances. Plus le silex est épais, plus la couleur est marquée (moyen excellent pour constater l'épaisseur de la structure des diatomées). La plupart des objectifs montrent cet objet fortement coloré. Sur une autre préparation, la *Navicula rhomboïdes*, montée dans le baume de Canada, le silex ne paraît de chaque côté du raphé que faiblement coloré en lilas. Cet objectif résout aussi admirablement un autre test difficile, les champs secondaires de l'*Aulacodiscus Sturtii*. Un tel objectif est appelé à bon droit à jouer

un rôle considérable dans la microscopie des écoles médicales et scientifiques. »

Les beaux objectifs achromatiques de Carl Reichert, avons-nous dit, sont tout à fait estimables, et, ce qui ne gâte rien livrés à très bon marché. Les objectifs à sec sont au nombre de 15 dont les prix varient de 14 à 85 francs. Les trois immersions à eau, 10, 10*, 11 de 1,10 à 1, 20 d'ouverture (les 10* et 11 à correction), sont des systèmes irréprochables, les 1/12e et 1/18e de pouce sont laissés à 85 et 137 francs.

La maison Carl Reichert ne construit que des immersions homogènes semi-apochromatiques, et elle a raison, car ces sortes d'objectifs sont de beaucoup supérieurs aux immersions homogènes ordinaires.

La même maison construit un très bel appareil photomicrographique de grandes dimensions, et, suivant une pratique qui a notre sympathie, la chambre noire, le microscope, l'éclairage artificiel ou l'héliostat destiné à envoyer les rayons solaires dans une direction constante, se trouvent invariablement fixés sur le même banc ; suivant une disposition que nous avons également réclamée à M. Nachet, les vis qui meuvent le chariot mobile sont situées selon la verticale, ce qui est une grande commodité pour l'examen et l'étude des préparations. Signalons encore, comme sortant de l'Institut optique de Vienne, l'appareil microphotographique vertical de la figure 35, établi avec la préoccupation constante d'éviter les trépidations auxquelles le petit modèle de Carl Zeiss nous paraît si sujet. Nous ne saurions donc trop approuver l'appareil photomicrographique de Reichert; cependant, si un conseil de notre part ne lui paraissait pas déplacé, nous l'engagerions à poser le microscope M sur la planche de bois même qui soutient les montants de la chambre noire, à notre avis trop échancrée, ou sur une plaque de métal vissée au-dessous de la planche soutenue par les vis calantes S, S′, S″. Ce système serait un modèle de stabilité se rapprochant beaucoup du grand microscope coudé de Nachet

A l'Exposition d'Anvers, M. Carl Reichert a prouvé une fois de plus que la confiance dont l'ont honoré ses nombreux clients a eu pour résultat de stimuler encore, si cela est

possible, son zèle à bien faire et à perfectionner les instruments qui portent sa signature. Il semble aussi qu'il ait voulu faire profiter de ses bénéfices les observateurs aux-

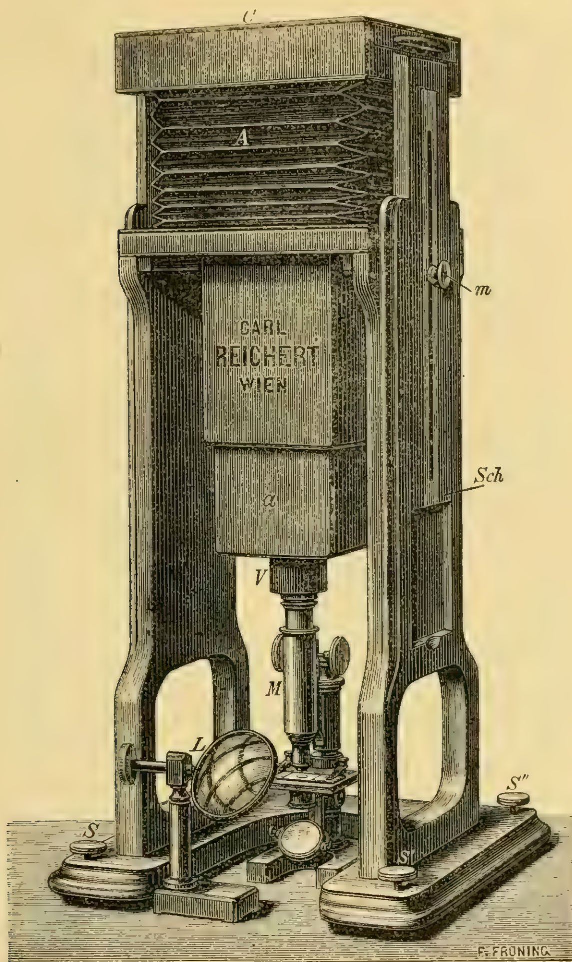


Fig. 35. — Nouveau petit appareil photo micrographique de la maison Carl Reichert.

quels il laisse à très bon compte de bons et de superbes microscopes. A une époque, où la micrographie n'est plus une science abordée par quelques rares savants, où l'on demande aux étudiants, aux médecins, aux pharmaciens,

aux naturalistes de toutes les branches des investigations micrographiques, les constructeurs rendent un véritable service à la science en comprenant que ceux qui sont appe-

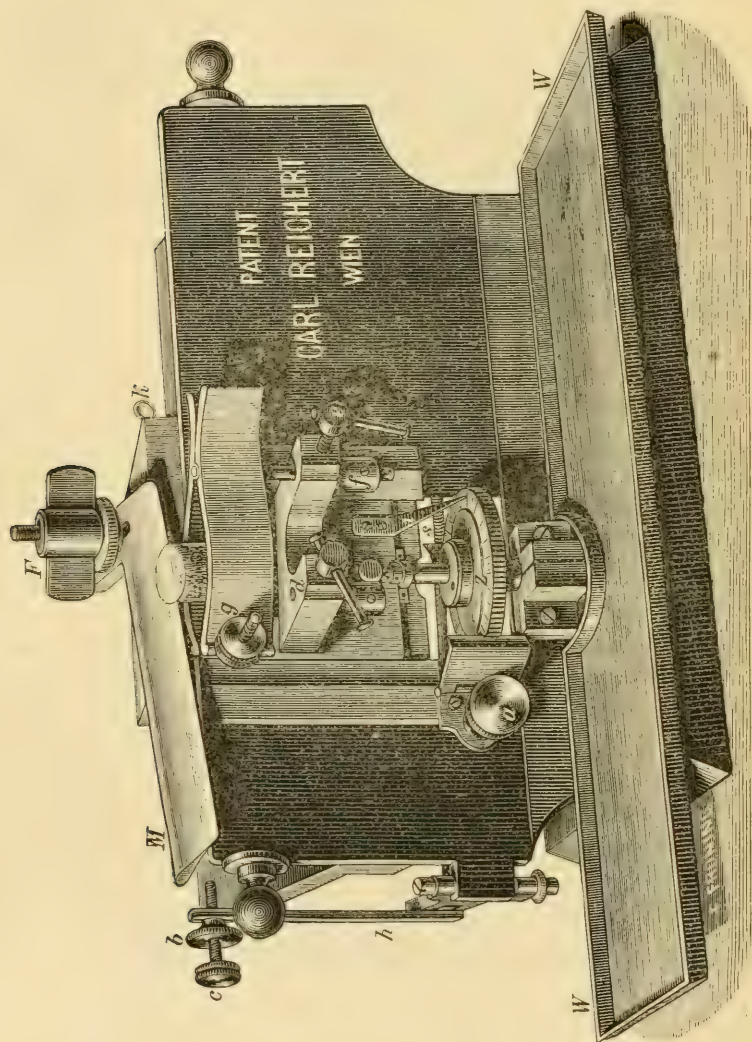


Fig. 36. — Petit microtôme à chariot de la maison Carl Reichert, à 1/2 grandeur naturelle.

lés à étudier sont généralement beaucoup plus riches en qualités intellectuelles que favorisés par la fortune. Mettre donc à leur portée les moyens de s'instruire, n'est-ce pas là une bonne action ?

Carl Reichert, 26, Bennogasse, à Vienne, VIII. — La maison dont nous venons de parler avait de même exposé à Anvers deux sortes de microtômes :

Un microtôme à chariot breveté, dans lequel l'objet est mû dans le sens vertical par une vis micrométrique, jusqu'à une limite que l'on peut régler à volonté (*fig.* 37) ;

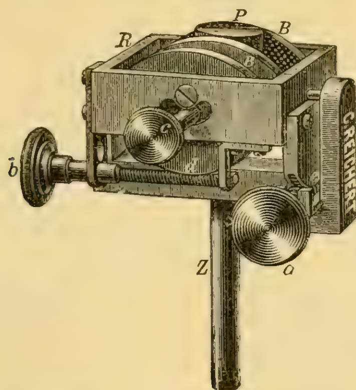


Fig. 37. — Pince de Naples, construit par la maison Carl Reichert.

Un microtôme à chariot, d'après Rivet dans lequel l'objet est mû également par une vis micrométrique dans un plan incliné. La longueur du mouvement est de 0m,26. La partie sur laquelle le chariot glisse et le corps du microtôme sont en fonte et nickelés pour éviter la rouille ; cet appareil est pourvu selon les besoins des fixe-objets indiqués dans la figure 36, ou de celui que l'on voit dans la figure 37. Ce dernier (fixe-objet de Naples) permet de placer le corps à sectionner facilement et sûrement dans une inclinaison voulue relativement à la lame du rasoir. On peut aussi se servir d'un appareil à congélation, le mettre à la place du fixe-objet ordinaire et l'y maintenir par la vis E.

Un accessoire qui complète utilement le microtôme est le mouvement mécanique du couteau, dont la figure 38

représente la projection horizontale. Bien que, dans presque tous les cas, avec un peu d'habitude et de prudence, le mouvement du rasoir par la main puisse répondre à la plupart des exigences, le mouvement mécanique de la lame tranchante s'est montré cependant fort utile, surtout dans les cas où ce travail demande à être fait avec minutie. En tournant la roue R, sur laquelle une ficelle est enroulée plusieurs fois, le chariot portant le couteau est mû, sans être touché par les mains, d'une façon parfaitement égale, de sorte que, seul, le poids toujours uniforme du chariot fait sentir son action, tandis que dans les mouvements directs par la main la pression n'est pas toujours uniforme.

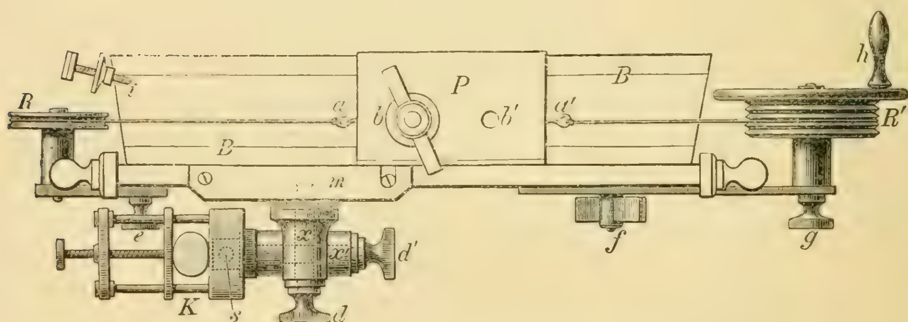


Fig. 38. — Mouvement mécanique du rasoir des microtômes de la maison Carl Reichert (plan par terre).

Le petit microtôme à chariot et à plan incliné est laissé à 115 francs avec deux rasoirs longs de 0m,12 à 0m,13.

Le microtôme petit modèle à chariot et à mouvement vertical (*fig.* 36) est laissé à 140 francs avec deux rasoirs également de même longueur.

Rudolf Jung, à Heidelberg. — Cette maison, dont la réputation est universelle, avait exposé ses magnifiques microtômes, avec lesquels ne peuvent rivaliser que ceux de la maison Erbe. Du microtôme I, qui vaut 230 francs, jusqu'au nº V qui coûte 1,000 francs, on a devant les yeux des chefs-d'œuvre de mécanique de précision. Les microtômes à plan incliné, si bien compris et si bien exécutés par Jung, rendent possible la confection des coupes les plus

délicates, en même temps qu'ils permettent de les obtenir d'une très grande étendue.

Erbe de Turbingen. — Ce constructeur avait mis sous les yeux du public des appareils d'une extrême perfection ; parmi eux, nous remarquons des microtômes d'après Thoma, Katsch, Schanz, Cathcart, Hughes et Lewis et Ranvier. Ces appareils, d'un fini parfait et d'une précision remarquable, ont été vraiment admirés, le modèle moyen à plan incliné est en outre laissé à un prix des plus abordables.

Nachet, de Paris. — Le microtôme exposé par cet opticien est à mouvement vertical. Le bloc glisse avec la main sur une plaque d'agathe et fournit un mouvement automatique qui élève l'objet à chaque coupe qui peut, à volonté, être pratiquée à sec ou dans un liquide.

Pour clore la série de ces accessoires du microscope, signalons un microtôme construit en 1868 par M. le Dr van Heurck, et un microtôme à engrenage pour couper les corps durs, fabriqué en 1878 par le même savant, à qui l'on doit aussi la restauration de la machine à diviser le micromètre de Lebaillif, et une machine à tracer les tests de Nobert, constructeur, qui, comme on le sait, a emporté dans la tombe le secret de la gravure de ses 19 groupes, si utiles pour déterminer le pouvoir définissant des objectifs.

(*A suivre.*)

REVUES ET ANALYSES[1]

A. Macfadyen, M. Nencki et N. Sieber.— **Recherches sur les processus chimiques dans l'intestin grêle de l'homme** (*Archiv für experimentelle Pathol. u. Pharmacologie*, XXVIII, p. 311).

Les auteurs ont eu l'occasion d'étudier les phénomènes qui se passent dans l'intestin grêle dans d'excellentes conditions, ayant eu à leur disposition une femme opérée pour une hernie étranglée et chez laquelle le chirurgien avait été obligé, après enlèvement d'un morceau de l'intestin long de 10 centimètres, dont 3 centimètres appartenaient au cœcum et 7 à l'iléon, de pratiquer un anus contre nature. Or ce dernier se trouvait ainsi précisément au bout de l'intestin grêle, en sorte que les aliments étudiés à leur sortie de la fistule n'avaient séjourné que dans l'intestin grêle. Toute action digestive du gros intestin était donc exclue. La malade fut soumise à des genres variés d'alimentation et ses déjections purent être examinées pendant 6 mois, tant chimiquement que bactériologiquement. Ainsi que d'autres expérimentateurs l'avaient déjà constaté, le contenu de l'intestin grêle accusa constamment une réaction acide. En ce qui concerne sa décomposition chimique, il est à noter comme principal résultat l'absence totale des produits de fermentation de l'albumine. Même la leucine et la tyrosine faisaient défaut. Nous renvoyons le lecteur pour le détail de ces intéressantes analyses chimiques à l'original.

Ces expériences ayant montré que l'albumine n'est pas décomposée par les microbes contenus dans l'intestin grêle, il devenait intéressant d'étudier ces derniers et leurs fonctions.

Une première expérience fut faite après que la malade eût été nourrie principalement avec de la viande. Huit microorganismes furent isolés, dont trois se trouvaient constamment dans les déjections, tandis que les autres ne s'y trouvaient qu'à l'état de colonies isolées. Les trois premiers sont les suivants:

1° Un bacille liquéfiant rapidement la gélatine, *Bacillus liquefaciens ilei ;*

---

(1) Les travaux qui rentrent dans le cadre des *Annales de micrographie* seront analysés au fur et à mesure de leur réception au bureau du journal.

2° Un bacille court, ressemblant au *Bacterium coli commune ;*
3° Un bactérium de forme ovale, ne liquéfiant pas la gélatine.
Les cinq autres sont :
4° Un bacille ellipsoïde ;
5° Un gros bacille épais ;
6° Un streptococcus ne liquéfiant pas la gélatine ;
7° Une levûre ;
8° Une moisissure, paraissant être l'*Oïdium lactis.*

Au moyen de plaques tenues à l'abri de l'air, les auteurs ne purent isoler aucun microbe absolument anaérobie ; par contre ils isolèrent trois espèces facultativement anaérobies correspondant aux microorganismes décrits *sub* 2, 3 et 6.

Après une nourriture consistant surtout en purée de pois on trouva principalement :

1° Un streptococcus liquéfiant la gélatine ; 2° un bacille mince, que l'on n'avait pas trouvé la première fois. En outre, mais dans une moindre quantité, on trouva : 3° un gros diplococcus ; 4° un petit diplococcus ; 5° un bacille court semblable au *Bacterium coli commune* et probablement identique avec le n° 2 de l'expérience I ; 6° un bacille formant des chaînettes, qui ne fut isolé que sur des plaques anaérobies, mais qui croît à l'état de pureté aussi en présence de l'oxygène ; 7° levûres diverses.

Plus tard, la malade ayant de nouveau été nourrie avec de la viande, on trouva sept espèces microbiennes, mais différentes de celles trouvées dans les deux premières expériences. Celles qui prédominaient étaient un bacille à bouts arrondis et un micrococcus ovale, ainsi qu'un bactérium de la grandeur du *Bacterium coli commune*, mais liquéfiant la gélatine.

Il semble donc que les espèces microbiennes varient avec le temps et suivant la nourriture.

Les auteurs ont étudié, parmi ces microorganismes, les sept espèces qu'ils retrouvaient le plus fréquemment. Ce sont les suivantes :

Bactérium court de l'expérience I : Bacterium Bischleri. — Ce microbe est un bâtonnet court, de longueur variable, généralement de 4 μ de longueur et large de 3 μ ; d'habitude il est réuni par deux. N'est pas mobile et ne forme pas de spores. Ne liquéfie pas la gélatine. Sur les plaques de gélatine, les colonies situées dans la profondeur sont jaunâtres, plus foncées au milieu et granuleuses ; les colonies superficielles sont d'un blanc mat. Dans les colonies par piqûre, il croît lentement le long de celles-ci : à la surface, sa croissance est peu considérable ; il y forme un enduit mince, à contours irréguliers. Sur gélose, sa croissance à la surface est analogue. A 30°, il caille le lait en 22 heures, à la température de la chambre en 5-6 jours. Inoculé à des cobayes par la voie sous-cutanée, il les tue en 2-3 jours. D'après le Dr Bischler,

qui s'est occupé plus spécialement de ce bacille, sous la direction de M. Nencki, ce microorganisme décompose activement les matières sucrées ; les produits de fermentation sont l'alcool éthylique (6 grammes pour 3 litres de bouillon avec 200 grammes de dextrose et 75 grammes de carbonate de chaux), l'acide acétique et l'acide *paralactique*. Ce dernier produit le distingue du *Bacterium coli commune*, qui donne de l'acide lactique. Le *Bacterium Bischleri* n'attaque pas l'albumine et il croît mal ou pas du tout dans de la viande hachée additionnée de 4 fois un volume d'eau.

Streptococcus liquefaciens ilei v. acidi lactici. — Ce sont de petits micrococcus formant souvent des chaînes de 6-20 et même 40 individus. Sur les plaques de gélatine ils forment de petites colonies rondes, jaunâtres, entourées d'une zone étroite de gélatine fluidifiée. Dans les cultures par piqûre, les deux tiers de la gélatine sont fluidifiés en trois semaines. Sur gélose ils forment un enduit blanc mat, recouvrant toute la surface. Le bouillon est troublé en 24 heures et donne en 2 jours un dépôt composé de streptococcus. Aucune odeur de putréfaction. A 38°, le lait est caillé en 22 heures. Il tue les cobayes en 24 heures. Il décompose le sucre dont il ne laisse que des traces dans les cultures et donne de l'acide lactique proprement dit (optiquement inactif). Les produits secondaires, alcool, etc., sont en petite quantité. Les expériences sur la décomposition de l'albumine ne sont pas concluantes, les cultures ayant servi à l'expérience ayant été impures.

Bacterium ilei Frey. — Ce bactérium, ainsi nommé d'après le savant qui s'en est particulièrement occupé dans le laboratoire de M. Nencki, a 2-3 μ de longueur, a 1 μ de largeur et des bouts arrondis. Il est souvent par deux, mais se trouve aussi réuni en paquets. Il est peu mobile et forme des spores, généralement, aux deux bouts du bâtonnet. Sur les plaques de gélatine, il s'étend à la surface et a une couleur grisâtre. A un faible grossissement, les colonies sont granuleuses et se montrent composées de trois zones, une brunâtre au milieu, une jaunâtre et une blanc jaunâtre à la périphérie. Les bords sont irréguliers. Dans les cultures par piqûre, il forme de petites granulations fines, d'un blanc jaune ; à la surface un gazon blanchâtre. Sur agar, il produit un enduit large, grisâtre, à bords irréguliers. Il croît rapidement dans le bouillon et caille le lait, à 37°, en 20 heures. Il décompose le sucre et produit de l'alcool éthylique (15 p. 100 du poids du sucre employé), un peu d'acide paralactique actif et surtout de l'acide succinique. Il n'attaque pas l'albumine.

Bacillum liquefaciens ilei. — Bâtonnets minces de 2,0-2,3 μ de longueur sur 0,4 μ de largeur. Ils ne donnent point de spores, croissent rapidement et sont très mobiles. Ils ne se colorent que difficilement, le mieux avec le bleu du méthylène. Sur plaques de gélatine, ils forment en 2 jours de petites colonies rondes liqué-

fiantes, à contours nets, visibles à l'œil nu. Au faible grossissement, on voit au milieu une colonie brunâtre, à contours mal définis, entourée d'une couche de gélatine fluidifiée. Dans les cultures par piqûre, la partie liquéfiée prend la forme d'une outre et contient des flocons blanchâtres de bactéries. Après 2 semaines, la gélatine est entièrement liquéfiée. Sur gélose, il donne un enduit grisâtre, humide, qui recouvre toute la surface. Il croît rapidement dans le bouillon en le troublant et y forme, après 2 jours, une mince pellicule. Il n'y a pas d'odeur de décomposition. Il ne caille pas le lait. Il ne décompose que faiblement la dextrose. Il produit aussi un peu d'alcool, mais trop peu pour qu'il soit possible de déterminer sa nature. Ensemencé dans un ballon contenant de la viande hachée, il en décomposa environ la moitié. La culture avait une odeur de vieux fromage et était très alcaline ; mais elle ne contenait ni indol, ni scatol, ni méthylmercaptan.

Bactérium ovale. — Bâtonnets courts, presque ronds comme des micrococcus, mais avec des formes allant jusqu'à la forme bacillaire. Sur plaques de gélatine, les colonies sont brunâtres, rondes et ovales, avec des contours irréguliers. Ils croissent dans le bouillon, sans odeur putride, et ne caillent pas le lait. Ce microbe n'altère pas l'albumine, mais bien le sucre, dont il fait de l'alcool éthylique et de l'acide paralactique.

Bacille mince de l'iléon. — Bâtonnet mince, environ 5 fois aussi long que large, mobile, généralement par deux ; une formation de spores ne fut pas observée. Sur plaques de gélatine, colonies rondes, jaunâtres, à contours nets. Dans les cultures par piqûre, un enduit mince, blanchâtre à la surface ; le long de la piqûre, la croissance est pauvre. Il croît bien dans le bouillon à 38° et caille le lait en 20 heures. Il décompose le sucre ; la culture donna 4 cc. d'alcool dont le point d'ébullition était, pour la plus grande partie, entre 77-80°. Une petite quantité avait cependant un point d'ébullition plus élevé, mais il y en avait trop peu pour pouvoir déterminer sa nature. Il donna, en outre, des traces d'un acide volatil, probablement de l'acide acétique et de l'acide paralactique. Il ne décompose pas la viande.

Bâtonnet court, probablement identique avec le Bacterium lactis aerogenes Escherich. — Bactérium à bouts nettement arrondis, seul ou par deux, aussi par groupes d'individus. Colonies à la surface de la gélatine, blanchâtres, brillantes, en forme de points ronds, à l'intérieur, s'étendant à la surface. Dans les cultures par piqûre, il croît en formant des granulations ; il s'étend à la surface de la piqûre et sur gélose aussi. Il croît rapidement dans le bouillon et caille le lait en 20 heures à 37°, en 4 jours à la température de la chambre : il est pathogène pour les cobayes qu'il tue en 2-4 jours après des injections sous-cutanées. Il décompose activement le sucre, dont il ne laisse plus que des traces dans les cultures. Il produit de

grandes quantités d'alcool, un peu d'acide acétique, de l'acide succinique et de l'acide paralactique. Cultivé à l'abri de l'air, il donne de l'acide carbonique (72,38 p. 100 en vol.) et de l'hydrogène (27,61 p. 100 en vol.)

De ces différents microorganismes, un seul, le dernier décrit, paraît être identique avec un microbe déjà connu. Le *Bacterium Bischleri* ressemble au *Bacterium coli commune*, mais s'en distingue par l'acide lactique qu'il produit (acide paralactique). Le *Streptococcus liquefaciens ilei* ressemble au *Streptococcus coli gracilis* décrit par Escherich, mais en diffère par son action pathogénique sur les cobayes. Les auteurs examinèrent alors les microbes que contenait le gros intestin de la malade, après qu'il n'y avait plus eu de selles pendant deux mois. Ils y trouvèrent un streptocoque putréfiant les bouillons de culture, le *Bacterium coli commune* et, mais plus rarement, un mince bacille, probablement identique avec celui isolé par Bienstock des fèces et considéré par cet auteur comme l'agent de la fermentation de l'albumine, microorganisme que MM. Nencki, Macfadyen et Sieber n'ont jamais trouvé dans l'intestin grêle de leur malade.

Il resulterait ainsi de leurs recherches chimiques et bactériologiques que, dans des conditions normales, l'albumine n'est pas ou presque pas décomposée dans l'intestin grêle. Les microbes qui habitent ce dernier, bien que leurs espèces changent suivant l'alimentation, attaquent surtout les hydrates de carbone, dont ils forment de l'alcool éthylique, de l'acide lactique et paralactique, de l'acide acétique et de l'acide succinique.

De leurs expériences les auteurs déduisent que l'hypothèse émise autrefois par M. Pasteur, savoir que des aliments privés de tous microbes n'entretiendraient pas la vie, n'est pas conforme aux faits observés par eux. En effet, leur malade dont l'alimentation journalière se composait de 70,74 grammes d'albumine et 10,602 grammes de matière azotée, a vécu pendant six mois et même augmenté de poids, en ne digérant que par l'intestin grêle, dont les microbes ne fabriquent, ainsi qu'on l'a vu, que des produits de fermentation inutiles pour l'entretien de la vie. Notons aussi que sur les 70,74 grammes d'albumine ingérés par la malade, 85,75 p. 100 étaient résorbés par l'estomac et l'intestin grêle et que 14, 25 p. 100 seulement auraient passé dans le gros intestin. Pour les plantes, au contraire, il ressort clairement des expériences bien connues de M. Duclaux qu'elles ne sont pas en état de s'assimiler directement des aliments dont la composition est compliquée. Ce n'est que quand, grâce aux microbes, ceux-ci ont été transformés en combinaisons plus simples, telles que l'acide carbonique, l'eau, l'ammoniaque, l'acide nitrique et nitreux, qu'ils peuvent servir à leur nutrition. Nous serions donc mieux placés et nos organes digestifs auraient la faculté de s'assimiler directement les éléments nutritifs compliqués

que nous leur fournissons, sans qu'ils aient à subir une transformation préalable due à l'action des microorganismes.

La thèse de MM. Nencki, Macfadyen et Sieber, on le voit, a une grande portée, car elle renverse complètement l'idée, fort courante de nos jours, qu'il reviendrait aux microbes une part active dans les phénomènes de la digestion. Cette action serait plutôt inutile, si ce n'est même nuisible.

E. F.

Cunningham D. D. — **Sur quelques espèces de bacilles virgules cholériques trouvés à Calcultta** (*The scientific memoirs by the medicals officers of the army of India,* part. VI. Calcultta 1891).

Nous avons déjà eu l'occasion de mentionner l'opinion de M. Cunningham d'après laquelle il y aurait des cas de vrai choléra dans lesquels on ne rencontrerait pas le bacille-virgule de Koch. Depuis l'auteur a continué ses expériences et il a réussi à isoler de 16 cas de choléra 10 espèces différentes de bacilles virgules, qui diffèrent soit par leur manière de liquéfier la gélatine — une espèce ne la liquéfie pas du tout —, soit par leur forme et surtout par leur mode de croissance sur la pomme de terre. Le bacille de Koch ne serait ainsi pas le seul bacille-virgule trouvé dans le choléra et ce ne serait même pas celui qu'on trouverait le plus fréquemment dans l'intestin des malades. On pourrait dire, il est vrai, que le bacille-virgule, tout en n'étant qu'une variété dans une classe particulière de microorganisme, serait cependant l'agent pathogène du choléra. A cela l'auteur répond :

1° Que, dans beaucoup de cas de choléra authentique, le bacille-virgule fait défaut ;

2° Que, dans un cas, il a trouvé 3 espèces de bacille-virgule, ce qui peut faire croire que ces bacilles virgules ne sont pas les producteurs de la maladie mais qu'au contraire cette dernière est la cause de leur apparition ;

3° Que, dans un cas, la réaction au moyen des acides avait fait défaut, ce qui rendrait vraisemblable que cette espèce ne possédait pas les mêmes propriétés toxiques que les autres ;

4° Que, personne, enfin, n'a encore pu produire le choléra au moyen des bacilles virgules. M. Cunningham admettrait pour cela que les bacilles virgules habitent l'intestin normal et que la maladie rendrait seulement le terrain propice à leur multiplication.

E. F.

OBSERVATOIRE MUNICIPAL DE MONTSOURIS

BULLETIN MENSUEL D'ANALYSE MICROGRAPHIQUE

Analyse de l'air de Paris (Hôtel de ville), *Août* 1891

DÉSIGNATION des SEMAINES	MICROPHYTES par m. c.		DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES				MALADIES	
	BACTÉRIES	MOISISSURES	TEMPÉRAT. moyenne	PLUIE — Hauteur en millimèt.	VENT Direction moyenne	VENT Force moyenne	ZYMOTIQUES [1]	SAISONNIÈRES [2]
N° 31 du 3 Août au 9 Août 1891	7.670	1.835	15°,5	8mm,8	SW	15km,6	153	71
N° 32 » 10 » » 16 »	7.600	2.600	18 ,8	5 ,0	SW	16 ,2	162	72
N° 33 » 17 » » 23 »	18.500	3.000	16 ,8	11 ,0	SW	17 ,9	168	63
N° 34 » 24 » » 30 »	22.000	1.400	17 ,8	1 ,9	SW	20 ,6	161	74
» » » »								
MOYENNES ET TOTAUX	13.940	2.210	17°,2	26mm,7	SW	17km,6	644	280
ANNÉE MOYENNE	»	»	»	»	»	»	»	»

OBSERVATIONS. — [1] Sous la rubrique *maladies zymotiques* sont comprises: les fièvres éruptives, la fièvre typhoïde et l'atrepsie (choléra infantile). — [2] Au nombre des *maladies saisonnières* ne sont comptées que les affections aiguës des poumons (Bronchite aiguë, Broncho-pneumonie et pneumonie).

Analyse de l'air des égouts (*Moyenne générale*)

Août 1891. Bactéries = 11.165 Moisissures = 6.000 Température = 15°,5

Analyse de l'air au Parc de Montsouris

Août 1891. Bactéries = 298 Moisissures = 273 Température = 17°,2

Analyses des eaux de Paris et d'autres provenances, *Août* 1891

DÉSIGNATION DES EAUX	MOYENNES MENSUELLES DES BACTÉRIES PAR C.M.C.		TEMPÉRAT.	OBSERVATIONS
	Août 1891	Année moyenne		
1° Eaux de Source				
Eau de la Vanne à Montrouge.	825	800	»	Canalis. = 2.000 bactér.
» de la Dhuis à Ménilmontant.	1.350	1.890	»	Canalis. = 1.000 »
» » »	»	»	»	»
2° Eaux de Rivières				
Eau de la Marne à Saint-Maur.	22.500	53.300	18°,2	»
» de la Seine à Ivry	47.500	32.500	18°,2	»
» de la Seine au pont d'Austerlitz	45.000	44.500	»	Hauteur = 0m,92
» de la Seine au pont de l'Alma.	250.000	111.700	»	»
» d'autres provenances	»	»	»	»
3° Eaux de Canal				
Eau de l'Ourcq à la Villette.	15.000	53.300	»	»
» d'autres provenances	»	»	»	»
4° Eaux de Puits				
Puits Guénégaud à Paris	12.000	»	»	»
» gare d'Argenton	18.000	»	»	»
5° Eaux de Drainage				
Drain de Saint-Maur	1.400	2.340	»	»
Drain d'Argenteuil	60.000	6.745	»	»
6° Eaux d'égout				
Eaux des collecteurs de Paris	39.000.000	13.800.000	»	»
7° Eaux de vidanges				
Eau du dépotoir de l'Est	7.000.000	36.750.000	»	»
» » traitée à Bondy	10.000	72.900	»	»

PUBLICATIONS RÉCENTES

PROTOPHYTES ET BACTÉRIES

A. Kanthak et A. Barclay. — Ein Beitrag zur Cultur des *Bacillus lepræ.* Contribution à la culture du bacille de la lèpre (*Virchorv's Archiv*, vol. CXXV, p. 398).

Amthor, Carl. — Beobachtungen über den *Saccharomyces apiculatus.* Observations sur le *Saccharomyces apiculatus* (*Chemiker. Zeitung*, n° 38, p. 670).

A. Fraenkel. — Ueber peritoneale Infection. De l'infection péritonéale (*Wiener Klin. Wochenschrift*, 1891, n°s 13-15).

A. Fischer. — Die Plasmolyse der Bakterien. La plasmolyse chez les bactéries (*Berichte der K. sächs. Gesellschaft der Wissensch. Mathem. phys.*, Kl. Sitz. a. 2, März 1891, p. 52-74).

Dr Knuppel. — Die Erfahrungen der englisch-ostindischen Aerzte betreffs der Choleraätiologie besonders seit dem Jahre 1883. Les expériences des médecins des Indes anglaises au sujet de l'étiologie du choléra, surtout depuis l'année 1883 (*Zeitschrift für Hygiene*, X, p. 367).

Georg Cornet. — Die Tuberculose in den Strafanstalten. La tuberculose dans les prisons (*Zeitschrift für Hygiene*, X, p. 455).

Dr Theobald Smith. — Zur Kenntniss der amerikanischen Schweineseuche. Contribution à la connaissance de la peste porcine d'Amérique (*Zeitschrift für Hygiene*, X, p. 480).

Dr Theobald Smith. — Kleine bakteriologische Mittheilungen. Petites communications bactériologiques (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 177).

Malvoz, E. — Quelques résultats d'analyses microbiologiques d'eaux de Liège (*Annales de la Société médico-chirurgicale de Liège*, 1890, n°s 8 et 9).

Ph. Pasternacki. — Eine neue Methode der Erhaltung und Kultur der Obermeyer'schen Spirochaeten in Blutegeln. Une nouvelle méthode de conserver et de cultiver les Spirochaètes d'Obermeyer dans des sangsues (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 198, analyse du Wratsch, 1890, p. 297).

N. Sacharow. — Erhaltung der Malaria-Plasmodien in lebendem Zustande in Blutegeln. De la conservation des plasmodes de la malaria à l'état vivant dans des sangsues (Wratsch, 1890, p. 644, analysé dans le *Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 199).

L'Éditeur-Gérant, Georges CARRÉ.

Tours. — Imprimerie DESLIS FRÈRES

ANNALES
DE MICROGRAPHIE

LA PROPHYLAXIE ET LA GUÉRISON DE LA RAGE PAR LE SANG DES ANIMAUX VACCINÉS CONTRE CETTE MALADIE (1)

PAR

Le professeur GUIDO TIZZONI et le Dr RODOLPHE SCHWARZ

(Bologne, décembre 1891)

Les intéressants résultats obtenus récemment au sujet de l'immunité dans quelques maladies infectieuses, principalement en ce qui a trait à la propriété que possède le sang des animaux vaccinés d'empêcher chez d'autres animaux l'éclosion d'une maladie déterminée ou de la guérir quand elle s'est développée, nous ont engagés à entreprendre une série de recherches sur la rage, dans le but d'examiner si l'on pourrait arriver aux mêmes résultats dans cette infection également. Il nous paraissait que ces recherches, si elles nous amenaient à des conclusions positives, devraient être d'un très grand intérêt au point de vue scientifique et au point de vue pratique, puisqu'elles ne serviraient pas seulement à illustrer la doctrine de la vaccination antirabique, qui aujourd'hui encore se trouve, peut-on dire, au même point où l'avaient laissée les mémorables recherches de M. Pasteur, mais qu'elles établiraient aussi les principes qui permettraient de substituer à la pratique toute empirique des vaccinations antirabiques actuelles quelque chose de mieux défini et déterminé d'une manière plus scientifique.

(1) Une communication préalable sur ce travail a été publiée par la *Riforma medica*, n° 188, août 1891.

Nos recherches, commencées il y a longtemps déjà, ont visé à résoudre les problèmes suivants :

1° Le sang des animaux vaccinés contre la rage peut-il détruire *in vitro* le virus rabique et rendre nulle son action et, en cas affirmatif, quelle est la substance à laquelle il doit cette propriété ;

2° Le sang agit-il dans l'organisme vivant de la même manière qu'*in vitro* et peut-on, par son moyen, transmettre l'immunité des animaux vaccinés à d'autres animaux non préparés ;

3° Le même sang peut-il non seulement conférer l'immunité, mais aussi guérir, pendant la période d'incubation de la rage, les animaux inoculés avec le virus rabique ;

4° Enfin, quelle est la diffusion de la substance immunisante dans le corps des animaux vaccinés contre la rage, c'est-à-dire, cette diffusion est-elle limitée au sang seulement ou bien se produit-elle aussi dans les tissus et dans les organes.

Nous ne savons pas qu'aucun travail spécial ait été entrepris jusqu'ici pour résoudre ces problèmes. Seuls, MM. Babès et Lepp (1), traitant de la vaccination antirabique, rapportent incidemment quelques expériences faites avec le sang d'animaux vaccinés contre la rage, expériences auxquelles, d'ailleurs, depuis 1889, aucune suite n'a été donnée jusqu'à aujourd'hui. Voici, intégralement rapportées, ces expériences : Deux chiens vaccinés et revaccinés fournirent la substance vaccinale. Pendant 6 jours de suite on retira chaque jour de la veine jugulaire de ces animaux deux seringues de sang de 5 grammes que l'on injecta de suite à deux autres chiens. Le 7e jour, ces deux derniers furent inoculés par trépanation avec du virus des rues en même temps qu'un chien de contrôle. L'animal de contrôle et un des chiens vaccinés moururent le 16e et le 20e jour après l'opération, tandis que le second chien vacciné vivait encore 6 mois après la trépanation. Quatre chiens dont la tête avait été tondue furent mis dans la cage d'un chien enragé qui les mordit à la tête. Deux de ces

---

(1) Babès et Lepp, Recherches sur la vaccination antirabique. *Annales de l'Institut Pasteur*, n° 7, 1889, p. 384-390.

chiens servirent de contrôle; les deux autres, au contraire, avaient été vaccinés 7 jours durant avec le sang de chiens vaccinés par la méthode habituelle. Les deux chiens de contrôle moururent 16 et 18 jours après la morsure; un des chiens vaccinés succomba un mois après la morsure sans présenter de symptômes de rage et sans que son bulbe inoculé à un lapin, lui donnât la rage; l'autre chien vivait encore après 2 mois. Deux lapins reçurent pendant 7 jours 4 grammes de sang de chiens vaccinés, et après cela ils furent inoculés sous la peau en même temps que deux lapins de contrôle avec le virus des rues. Les deux lapins de contrôle moururent le 18e et le 20e jour de l'expérience, tandis que les deux lapins vaccinés ne moururent que 50 et 62 jours après l'inoculation sous-cutanée du virus des rues, et cela, à la suite de maladies intercurrentes; l'inoculation de leur bulbe à des animaux resta, en effet, sans suites. En répétant les mêmes expériences sur des lapins avec le virus fixe, aucun des animaux vaccinés ne résista.

Or, si l'on considère que des 4 chiens opérés par les auteurs précités, un seul peut avoir quelque valeur parce que, inoculé directement dans le système nerveux, il a résisté à l'expérience pendant un temps suffisant pour qu'elle soit probante et que les 3 autres, ou sont morts trop vite, une fois même à la suite d'une maladie intercurrente, ou ne sont pas restés assez longtemps en observation pour que l'on puisse en tirer de conclusions certaines, on se convaincra facilement que les expériences de MM. Babès et Lepp sont loin d'avoir résolu, pour le chien, la question de la transmission de l'immunité à l'égard de la rage par le sang d'animaux vaccinés contre cette maladie. Encore, ne faut-il pas oublier, que dans la seconde des expériences qui paraît avoir réussi, l'infection fut déterminée par la morsure d'un chien enragé ce qui, ainsi que nous le savons, ne transmet pas aussi sûrement la rage que l'inoculation directe dans le système nerveux. Nous ne parlerons pas de la valeur des résultats obtenus par MM. Babès et Lepp sur les lapins (animaux dont nous nous sommes exclusivement servis dans nos recherches) avec le sang de chien, attendu que chez cet animal ils ont éprouvé l'immunité par la méthode très infidèle des inoculations sous-cutanées et

que, de plus, les deux lapins soumis à cette épreuve sont morts à une période trop rapprochée pour que l'on puisse exclure la possibilité que l'immunité partielle qu'ils avaient acquise, ait eu pour seul effet de retarder le développement de la maladie et que, peut-être, les symptômes de la rage se seraient développés chez eux à une date plus éloignée de l'expérience.

I

Dans nos recherches, nous avons pris comme animal d'expériences le lapin, comme étant celui pour lequel les résultats obtenus auraient le plus de valeur grâce à son extrême réceptivité pour la rage, supérieure de beaucoup à celle du chien et de beaucoup d'autres animaux. Ajoutons aussi que devant, dans nos recherches, maintenir en observation un nombre considérable d'animaux et cela pendant très longtemps, les moyens de notre laboratoire ne nous auraient en aucune façon permis d'expérimenter sur des chiens.

Quant à la substance immunisante devant servir à nos recherches, nous la recueillions soit chez des chiens, soit chez des lapins vaccinés contre la rage et ceci dans le but de pouvoir aussi confronter l'action sur le virus rabique du sang d'animaux d'espèces différentes et possédant des degrés de réceptivité très divers à l'égard de la rage. Nous rappelant d'ailleurs les résultats obtenus dans notre laboratoire sur le tétanos, savoir que le pouvoir du sérum de sang des animaux vaccinés, contre cette maladie, est en raison directe de leur réceptivité pour le tétanos (1), nous avons, dans nos expériences sur la rage, insisté surtout sur celles qui avaient été faites avec la substance obtenue du lapin.

Les chiens que nous avons vaccinés contre la rage pour servir à nos recherches sont au nombre de trois. Deux ont

---

(1) Tizzoni et Cattani. L'immunità contro il tetano studiata negli animali molto recettivi per questa infezione (cavia, coniglio, topo). *Riforma medica*, p. 183-184, août 1891.

été vaccinés d'après la méthode Pasteur, le troisième par la méthode Protopopoff. Du reste, nous pouvons passer ce dernier sous silence, ne nous étant jamais servis de son sang pour nos expériences. Les 2 autres chiens A et B, vaccinés d'après la méthode Pasteur reçurent chaque jour, à partir du 2 avril de cette année, 1/2 à 2 centimètres de moelle rabique (cette mesure à trait à la moelle fraîche) à des degrés divers d'atténuation, émulsionnée dans un peu de bouillon stérilisé. Les injections furent faites dans l'ordre suivant :

2 avril	3 »	4 »	5 »	6 »	7 »	8 »	9 »	10 »	11 »	12 »	13 »	14 »	15 »
m. 14	m. 13	m. 12	m. 12	m. 10	m. 9	m. 8	m. 7	m. 6	m. 5	m. 4	m. 3	m. 2	m. 1

Le 30 avril, la preuve de leur état réfractaire fut faite en leur injectant sous la dure-mère de la moelle rabique de premier passage qui tuait les lapins de contrôle en 15 jours avec les symptômes de la rage furieuse.

Le chien B fut en outre, revacciné les 24, 26 et 28 juillet par des injections dans la jugulaire de moelles de 6, 3 et 2 jours, en employant chaque fois, 2 centimètres de moelle déssechée.

Ces 2 animaux supportèrent parfaitement les vaccinations et les inoculations de contrôle,

Au chien A, nous prîmes trois fois du sang pour nos expériences, le 31 mai, le 25 et le 27 juin. Chez le chien B nous la recueillîmes seulement après sa revaccination, le 29 juillet.

Les lapins qui nous fournirent la matière immunisante étaient au nombre de trois, A, B, C. Tous avaient été vaccinés d'après la méthode Pasteur dans l'ordre suivant :

2 avril	3 »	4 »	5 »	6 »	7 »	8 »	9 »	10 »	11 »	12 »	13 »	14 »	15 »
m. 14	m. 13	m. 11	m. 10	m. 9	m. 9	m. 8	m. 7	m. 6	m. 5	m. 4	m. 3	m. 2	m. 1

Les injections furent toujours faites sous la peau du dos, en employant chaque fois pour chaque animal une quantité de moelle désséchée correspondant à 1/2 à 2 centimètres de moelle fraîche. Cette méthode de vaccination qui

représente la méthode Pasteur appliquée d'une façon intensive en ce qui concerne la quantité, a donné d'excellents résultats sur le lapin. De fait, tous nos 3 lapins supportèrent très bien les vaccinations et résistèrent aux inoculations de contrôle faites le 30 avril avec le même virus de premier passage qui avait servi pour les chiens.

De ces 3 animaux l'un, C, ne put être employé dans nos expériences, étant mort le 22 mai d'une maladie intercurrente. Un lapin de contrôle inoculé par trépanation, avec son bulbe, et tenu en observation pendant plusieurs mois, ne présenta, en effet, aucuns symptômes de rage.

Les 2 autres lapins A, et B, furent revaccinés les 24, 25, 26 et 27 juillet en leur injectant sous la peau environ 2 centimètres de moelles désséchées de 6, 5, 3 et 2 jours. Chez le lapin A, nous recueillîmes le sang de la carotide, les 27 juin et 29 juillet. Chez le lapin B, le sang fut recueilli le 30 mai, le 27 juin et le 29 juillet. Le premier de ces animaux fut sacrifié le 29 juillet par saignée à l'effet d'expérimenter avec ses viscères et ses tissus ; l'autre fut maintenu en vie et est encore aujourd'hui sain et robuste.

Le sang des animaux qui devait servir pour nos recherches était toujours pris antiseptiquement dans la carotide et recueilli dans des vases stérilisés dans lesquels on le laissait reposer jusqu'à ce que le sérum se fut séparé du coagulum. On aspirait alors le sérum avec une pipette stérilisée et on le conservait dans des tubes stérilisés tenus dans l'obscurité et à basse température (10° à 13°) jusqu'au moment où ils devaient servir à nos expériences.

Avant de passer à la description détaillée des expériences, il ne sera pas hors de propos de noter le progrès que nous avons réalisé en ce qui concerne la vaccination des animaux qui devaient fournir les substances à étudier, ayant réussi à conférer au lapin, par la méthode Pasteur appliquée d'une façon intensive quant aux doses, l'immunité contre la rage dans chaque cas. De fait, il est déjà connu depuis longtemps que les vaccinations antirabiques donnent plus difficilement des résultats positifs chez les lapins que chez les chiens, chez lesquels, ainsi qu'on le sait désormais, on obtient toujours des résultats sûrs en pratiquant la vaccination d'après les préceptes de M. Pasteur.

M. Bujwid (1), au contraire, en employant la méthode intensive de Pasteur sur des lapins, eut 12 insuccès sur 14 expériences dans lesquelles du virus des rues avait été inoculé. MM. Di Vestea et Zagari (2) réussirent à obtenir l'immunité chez un lapin, mais l'inoculation du virus des rues fut faite dans le nerf sciatique au lieu de la dure-mère. MM. Bordoni-Uffreduzzi (3) inoculant le virus des rues sous la dure-mère, vit succomber tous les lapins précédemment vaccinés d'après le procédé ordinaire de Pasteur et trouva que la vaccination intensive ne peut pas être employée avec cet animal, parce qu'elle le tue toujours. Finalement, il vit résister les lapins vaccinés d'après la méthode ordinaire de Pasteur aux inoculations sous-cutanées de virus rabique des rues, mais étant donnée l'inconstance des effets de l'inoculation quand le virus de la rage est introduit par cette voie, il n'attribue aucune valeur à ces expériences.

II

Pour étudier *in vitro* les effets du sérum des animaux vaccinés ou des produits obtenus de ce sérum sur le virus rabique, nous avons expérimenté comme suit :

Un petit morceau de moelle d'un animal rabique (4) était exprimé à travers de la toile stérilisée pour obtenir une bouillie bien divisée qui pût être délayée très également dans un mortier avec 1 ou 2 centimètres cubes de sérum de lapin ou de chien ou de la solution aqueuse des substances fournies par celui-ci et sur lesquelles on voulait expérimenter. Cette émulsion était conservée dans l'obscurité à la température de 10° à 13°, ceci pour que la matière nerveuse pût subir pendant le temps voulu l'action du

---

(1) Bujwid, Statistique du traitement antirabique à Varsovie. *Annales de l'Institut Pasteur*, n° 5, 1887, p. 244-245.

(2) Di Vestea e Zagari, Sulla trasmissione della rabia per la via dei nervi. *Giornale internaz. per le Scienze mediche*, Anno, IX, p. 21.

(3) Bordoni-Uffreduzzi, La rabia canina e la cura Pasteur. Torino, 1889, p. 9.

(4) Les virus servant à nos recherches nous ont été fournis par MM. le Dr Bordoni-Uffreduzzi et les professeurs Celli et Piana, auxquels nous adressons ici l'expression de notre gratitude.

sérum sans être atténuée par l'effet d'une température trop élevée ou de la lumière. En dernier lieu on injectait cette émulsion sous la dure-mère d'un lapin, pour déterminer si le virus rabique avait perdu toute ou partie de sa virulence par l'action du sérum ou du liquide avec lequel il avait été en contact.

Avant d'aborder l'étude des problèmes que nous nous étions posés, nous avons cherché à établir par quelques expériences préliminaires si le sérum de sang du lapin normal, n'ayant subi aucun traitement, exerce quelque influence sur la virulence des moelles rabiques dans les limites de temps et dans les conditions qui devaient servir de base à nos expériences sur le sérum de sang des lapins vaccinés. A cet effet, nous fîmes quatre expériences, deux avec du virus de premier et de second passage et deux avec du virus fixe, en laissant le virus, avant de l'inoculer sous la dure-mère, en contact avec le sérum de lapins normaux pendant 24, 24, 18 et 14 heures, mais sans jamais voir survenir l'abolition absolue ou même la diminution de la virulence des moelles rabiques. En effet, les deux lapins inoculés avec le virus de premier et de second passage moururent l'un le 21e, l'autre le 14e jour de l'expérience et ceux inoculés avec le virus fixe succombèrent les 8e et 9e jours.

Disons enfin, pour éviter des répétitions, que dans chaque série d'expériences nous fîmes des inoculations de contrôle avec le même virus, en pratiquant quelquefois même des inoculations en série jusqu'à la cinquième génération, et que tous les animaux ainsi inoculés moururent, *sans exception*, de la rage dans le temps voulu, c'est-à-dire de 7-9 jours pour le virus fixe, de 18-22 jours pour le virus des rues, de 15-19 jours pour le virus de premier passage et de 14-18 jours pour celui de second et troisième passage.

Chez les lapins de contrôle seulement, auxquels le virus fut inoculé dans le nerf sciatique, on constata quelquefois, mais pas toujours, un léger retard de 2-3 jours vis-à-vis de ceux opérés par trépanation dans l'apparition des symptômes rabiques; mais de ces animaux *aucun n'échappa finalement au tableau complet de la rage et à la mort.*

Ces faits une fois établis, nous passâmes à l'étude de l'action du sérum de sang des animaux vaccinés contre la rage sur la virulence de moelles rabiques, d'abord du sérum de lapin, ensuite de celui du chien. Le 31 mai de cette année, un lapin fut inoculé par trépanation avec un bulbe rabique de troisième passage, laissé en contact pendant 17 heures avec 1 centimètre cube de sérum de sang, recueilli le jour précédent sur le lapin B. Le 22 juin, on répéta l'expérience en inoculant également un bulbe de troisième passage, laissé en contact pendant 24 heures avec 1 centimètre cube de sérum de sang du lapin A, recueilli 2 jours avant. Les deux animaux ne présentèrent jamais aucun symptôme de rage (1), bien que 7 et 6 mois se soient écoulés depuis l'inoculation. Le poids de ces lapins qui, au début de l'expérience, était de 1.590 et 1.530 grammes est monté aujourd'hui à 2.760 et 2.370 grammes.

En pratiquant la même expérience avec du virus fixe, nous obtînmes le même résultat. Le 28 juin, on inocula sous la dure-mère un lapin de 1.500 grammes avec du virus rabique fixe laissé en contact pendant 5 heures avec 1 centimètre cube de sérum de sang du lapin B, recueilli le jour précédent. L'animal est resté jusqu'à aujourd'hui en parfaite santé et a atteint le poids de 2.430 grammes.

Il reste ainsi démontré par ces expériences que le *sérum de sang de lapin vacciné contre la rage a le pouvoir d'abolir* in vitro, *même après un contact de peu de durée* (5 *heures*), *la virulence des moelles rabiques; et ceci est le cas non seulement pour le virus rabique des rues renforcé par un ou deux passages par le lapin, mais aussi pour le virus fixe.*

Ces conclusions ne peuvent pas, croyons-nous, être infirmées par quelques résultats négatifs que nous avons obtenus ou par les cas dans lesquels le sérum de sang des animaux vaccinés put seulement retarder, mais non pas empêcher, le développement de la rage, de tels résultats contradictoires pouvant dépendre exclusivement du peu

(1) Les données sur l'état de nos animaux se rapportent toujours au 17 janvier 1892.

d'homogénéité de l'émulsion de moelle, parceque quelques petits morceaux de la substance nerveuse n'ont peut-être pas été parfaitement délayés dans le liquide et qu'ils n'ont, par conséquent, pas pu subir, dans leur partie centrale, l'action du sérum.

De ces animaux, un fut inoculé par trépanation, le 28 juin, avec une moelle de troisième passage, délayée, sans l'avoir exprimée à travers de la toile, dans 1 centimètre cube de sérum de sang du lapin B, recueilli depuis 24 heures et laissée en contact avec ce sérum pendant 5 heures. Cet animal mourut avec tous les symptômes de la rage le 18e jour de l'expérience, c'est-à-dire sans aucun retard dans leur apparition. Nous ne pouvons croire que dans ce cas le résultat négatif ait dépendu uniquement du peu de durée du contact du sérum et de la moelle, ayant, ainsi que le démontrent les expériences précédentes, obtenu après un même temps de contact avec le sérum des effets positifs avec un virus de force bien plus grande, comme le virus fixe par exemple.

Un second insuccès concerne un lapin inoculé par trépanation avec du virus fixe laissé pendant 24 heures en contact avec le sérum du lapin B, recueilli depuis 2 jours. Cet animal mourut 18 jours après l'inoculation, donc avec plusieurs jours de retard et avec une évolution passablement plus lente que d'ordinaire des symptômes rabiques. Dans cette expérience, non plus, on ne peut supposer que la durée du contact du sérum avec la moelle ait été trop courte, puisque, dans les expériences précédentes, des résultats positifs avaient été obtenus avec un virus de force égale, resté en contact avec ce sérum pendant un temps bien moindre que cette fois-ci.

Nous recherchâmes alors, en second lieu, si le sérum de sang de *chien vacciné* contre la rage possède le même pouvoir d'annuler *in vitro* la virulence des moelles rabiques. A cet effet, un lapin fut inoculé par trépanation, le 27 juin 1891, avec une moelle de premier passage, laissée en contact pendant 17 heures avec du sérum de sang du chien A, recueilli le même jour. Le 9 septembre, donc 74 jours après l'inoculation, cet animal commença à présenter des symptômes de rage ; il mangeait peu, avait maigri, tenait la tête

plus élevée d'un côté, et chancellait du train de derrière en marchant. Jusqu'au 12 septembre, le tableau de la rage alla en s'accentuant toujours plus ; dès ce jour, cependant il resta stationnaire, et le 13 septembre commença une légère amélioration qui progressa et aboutit finalement à la guérison de l'animal, qui fut complète le 25 septembre. A partir de cette époque, l'animal resta en bonne santé, reprit son poids normal et le dépassa même.

A un second lapin nous inoculâmes, par trépanation, le 1er juin 1891, une moelle de troisième passage restée en contact pendant 18 heures avec le sérum du chien A, recueilli le jour précédent; le lapin mourut de rage furieuse le quinzième jour de l'expérience.

Des résultats obtenus avec le sérum de sang de chiens vaccinés contre la rage, on peut donc conclure que *ce sérum exerce* in vitro *une action très faible sur le virus rabique, beaucoup plus faible que celle de sérum de lapin, de façon que, déjà après un premier passage, la virulence de la moelle n'est pas entièrement abolie, mais seulement affaiblie par le sérum de chien, et que sur un virus plus fort son action est absolument nulle.*

Connaissant ces faits, nous voulûmes voir s'il était possible de déterminer par d'autres recherches la nature et les propriétés de la substance active à l'égard du virus rabique contenue dans le sérum de sang de lapins vaccinés contre la rage, de quelque provenance qu'elle fût.

Nous avons d'abord recherché si cette substance était dialysable ou non.

A cet effet, nous avons dialysé pendant 48 heures, dans des vases stérilisés et avec une grande quantité d'eau stérile renouvelée toutes les 12 heures, 1 centimètre cube de sérum de sang du lapin A, recueilli depuis 7 jours. Après le temps indiqué, le liquide contenu dans le petit dialysteur était un peu jaunâtre, de réaction neutre, légèrement trouble, probablement par suite de la précipitation des globulines ; calciné sur la plaque de platine, il ne donna pour ainsi dire point de résidu. On émulsionna alors un peu de moelle rabique dans ce liquide, comme d'habitude, et on l'inocula, le 4 juillet 1891, après un contact de 22 heures, sous la dure-mère d'un robuste lapin pesant

1.860 grammes. Ce lapin ne présenta jamais de symptômes rabiques et est aujourd'hui encore en parfaite santé. Il pèse actuellement 2.760 grammes.

Ceci démontre que *la substance active à l'égard du virus rabique contenue dans le sang des animaux vaccinés contre cette maladie appartient à la classe des substances qui ne dialysent pas.*

En second lieu, nous voulûmes voir si cette substance active du sérum de sang des lapins vaccinés est précipitable par l'alcool absolu et si, une fois précipitée, elle conserve son action sur le virus rabique.

A cet effet, nous précipitâmes avec 15 centimètres cubes d'alcool absolu 1 1/2 centimètre cube de sérum du lapin B, conservé depuis 2 jours, et après avoir recueilli le précipité sur le filtre, nous le lavâmes d'abord avec de l'alcool absolu frais et le fîmes dessécher dans le vide sur de l'acide sulfurique. Après l'avoir repris le jour suivant avec un peu d'eau stérilisée, nous nous en servîmes pour émulsionner un petit morceau de moelle rabique de premier passage et injectâmes, après 29 heures de contact, cette émulsion, le 30 juin, sous la dure-mère d'un robuste lapin. Celui-ci est resté jusqu'aujourd'hui en bonne santé et a considérablement augmenté de poids.

Ceci démontre que *le principe du virus rabique auquel le sérum de sang des lapins vaccinés contre la rage doit son activité à l'égard du virus rabique, est précipité par l'alcool et qu'il conserve après cette précipitation sinon toute, du moins une bonne partie de son action.*

Les faits établis précédemment et ceux de même ordre démontrés dans notre laboratoire à l'égard d'autres infections (tétanos) nous faisant à juste titre présumer que le principe actif du sérum de sang des lapins vaccinés contre la rage était une substance protéique, nous avons voulu déterminer si celle-ci se comportait comme une globuline, ou comme une sérine.

Dans ce but, nous avons traité du sérum de sang de lapins vaccinés contre la rage d'après la méthode de Hammarsten et, après avoir séparé les globulines des sérines, nous avons expérimenté l'action des deux sur le virus rabique. Ayant pris 3 centimètres cubes de sérum du lapin

B, recueilli depuis 2 jours, nous ajoutâmes du sulfate de magnésie sec en cristaux jusqu'à ce que ces cristaux restassent au fond de l'éprouvette sans se dissoudre. Après avoir séparé le précipité qui nageait à la surface du liquide sous forme d'un gros flocon blanchâtre, nous le recueillîmes sur un filtre et le lavâmes plusieurs fois avec une solution saturée de sulfate de magnésie, en faisant toutes ces opérations à l'étuve, à une température de 30°. Nous reprîmes alors le précipité avec la solution physiologique de chlorure de sodium et fîmes dialyser tant celui-ci que le filtratum pendant 2 jours dans de l'eau courante dans deux petits dialyseurs. A la fin de la dialyse, le contenu des deux dyaliseurs donnait à peine une trace de sulfates. Finalement, nous préparâmes avec le contenu des deux dyaliseurs, dont l'un représentait le filtratum, l'autre le précipité obtenu par le sulfate de magnésie, et qui contenaient donc l'un les sérines, l'autre les globulines du sérum de sang employé, l'émulsion habituelle avec de la moelle rabique de premier passage et l'inoculâmes, après 22 heures de contact, le 4 juillet 1891, par trépanation à deux robustes lapins environ du même poids.

Le lapin inoculé avec l'émulsion de moelle faite avec les sérines, mourut en présentant tous les symptômes de la rage paralytique le 22e jour de l'expérience ; celui, au contraire, qui avait reçu l'émulsion faite avec les globulines, resta tout le temps en bonne santé, augmenta de poids et vit encore à l'heure qu'il est.

Ceci démontre que, *pour la rage comme pour le tétanos, la substance immunisante contenue dans le sérum de sang des lapins vaccinés contre cette maladie se comporte comme une globuline.*

Voulant finalement voir si cette globuline possédait quelques-unes des propriétés des enzymes pouvant faire supposer qu'elle est un ferment soluble, nous avons extrait pendant 10 jours avec de la glycérine pure le précipité alcoolique sec fourni par 2 centimètres cubes de sérum du lapin A, et après avoir filtré la glycérine nous nous en servîmes pour faire, comme d'habitude, une émulsion avec une moelle rabique de premier passage. Après 20 heures de contact nous l'inoculâmes par trépanation à un jeune

lapin. Celui-ci ne présenta jamais de symptômes rabiques et est aujourd'hui encore vif et robuste.

Ceci prouve que le *principe actif du sérum de sang des lapins vaccinés contre la rage est, comme les enzymes, soluble dans la glycérine.*

Ayant établi la parenté qui existe entre les substances défensives qui se trouvent dans le sérum des animaux vaccinés contre la rage et dans celui des animaux vaccinés contre le tétanos, en ce qui concerne la nature de ces substances et leurs propriétés, il nous parut enfin intéressant de rechercher si leur action s'exerce exclusivement sur les principes spécifiques d'une seule de ces maladies, ou bien si elles peuvent déployer leurs effets tant à l'égard de l'une que de l'autre.

A cet effet, nous ajoutâmes trois gouttes d'une culture tétanique filtrée et éminemment toxique à 1 centimètre cube de sérum du lapin B, recueilli depuis 3 jours, et inoculâmes le mélange après 6 heures de contact sous la peau de la partie postérieure de la cuisse d'un jeune lapin. Celui-ci accusa, 24 heures après l'injection, à l'endroit correspondant du membre inoculé, les premiers symptômes du tétanos et mourut le 3e jour de l'expérience après avoir présenté le tableau complet de cette maladie.

Ainsi, il est démontré que *les protéides défensives du sérum de sang agissant contre le virus rabique n'ont aucune action contre les toxines du tétanos.*

III

Pour voir si le sérum de sang des animaux vaccinés exerce son action sur le virus rabique non seulement *in vitro*, mais aussi dans l'organisme, nous avons pratiqué 5 expériences, 2 avec le sérum de sang du lapin B, recueilli le 30 mai, c'est-à-dire à une époque à laquelle cet animal n'avait encore subi qu'une seule vaccination, et 3 avec le sérum de sang des lapins A et B, recueilli le 29 juillet, alors que ces animaux avaient été revaccinés. A tous ces animaux on injecta dans la jugulaire une même

quantité de sérum de lapin vacciné (5 centimètres cubes) et pour éprouver l'effet de ces injections on leur inocula du virus rabique, toujours du virus des rues, tantôt par trépanation, tantôt dans le nerf sciatique.

Les résultats obtenus dans les deux premières expériences, c'est-à-dire avec le sérum provenant d'animaux possédant un premier degré d'immunité, consistèrent dans un retard apporté à l'évolution de la maladie et à la mort, et à rendre, en même temps, les symptômes de la rage plus mitigés et plus lents. Ainsi, un de ces lapins, inoculé par trépanation le 1er juin 1891, commença à présenter des symptômes de rage furieuse le 20 août et mourut de cette maladie le 25 du même mois, c'est-à-dire 86 jours après l'inoculation. L'autre, inoculé également le 1er juin avec du virus des rues, mais dans le nerf sciatique, ne présentant, le 14 juillet, aucun symptôme de la maladie, fut réinoculé ce jour-là par trépanation avec du virus de premier passage, et mourut rabique à la suite de cette seconde inoculation, le 8 août 1891, soit 69 jours après la première inoculation et 26 après la seconde. Ceci prouve qu'à l'époque de cette seconde inoculation, l'immunité créée chez cet animal par l'injection du sérum de sang d'un lapin réfractaire à la rage s'était déjà perdue en grande partie.

Nous avons obtenu des résultats plus complets avec le sérum recueilli chez des lapins vaccinés à deux reprises.

Des trois animaux ayant reçu ce sérum, deux furent inoculés le 30 juillet 1891, l'un par trépanation, l'autre dans le nerf sciatique, et ne présentèrent jamais aucun signe de maladie. Ils sont encore en vie aujourd'hui et ont notablement augmenté de poids. Le troisième de ces animaux, au contraire, bien qu'il ait été inoculé par trépanation, le même jour, avec le même virus que les précédents, mourut de la rage le 1er septembre 1891, montrant ainsi que, *dans une même famille animale, se trouvent des individus plus ou moins disposés à l'égard d'une infection déterminée, de manière à ce que l'on réussit, dans des conditions connues, à sauver la majeure partie des individus de cette famille, tandis que dans les mêmes conditions quelques-uns succombent exceptionnellement.*

Ces résultats qui ,de prime abord, peuvent sembler peu satisfaisants, paraissent beaucoup plus importants si on se rappelle ce que nous avons dit de la difficulté qui existe à rendre réfractaires à la rage les lapins par la méthode Pasteur, soit aussi par les vaccinations pratiquées d'après la seconde méthode de ce savant, c'est-à-dire par la méthode intensive. Ils confirment d'une manière merveilleuse pour la rage ce qui a été démontré dans notre laboratoire à l'égard du tétanos, savoir : que le pouvoir immunisant du sérum des animaux vaccinés croît avec le degré d'immunité qu'ils ont acquis, ainsi que nous le prouverons encore une fois dans le chapitre suivant, quand nous parlerons de l'immunisation curative de la rage, et font espérer, par conséquent, qu'avec un degré encore plus élevé d'immunité chez les animaux devant fournir la substance immunisante, ou avec des doses de sérum injecté plus élevées ou plus souvent répétées, on pourra, à l'avenir, obtenir des résultats tout à fait sûrs.

A cet égard, nous sommes heureux de pouvoir annoncer déjà maintenant que l'un de nous (Tizzoni) a commencé sur ce point une nouvelle série de recherches avec le Dr Centanni sur le sérum de sang de lapins, que le Dr Centanni, au moyen de vaccinations pratiquées d'après une méthode spéciale qui sera bientôt publiée, *a réussi à rendre réfractaires à des inoculations faites par trépanation avec un virus de force très élevée et même avec du virus fixe.*

En attendant, on peut conclure des résultats obtenus jusqu'ici : *Que le sang des animaux vaccinés contre la rage agit sur le virus rabique non seulement* in vitro *mais aussi dans l'organisme, et que l'on réussit dans la majorité des cas à conférer l'immunité aux animaux auxquels on l'injecte; qu'enfin, le pouvoir vaccinant de ce sang et les effets qu'il détermine sont d'autant plus complets et durables que le degré d'immunité des animaux fournissant le sang est plus élevé.*

Après ceci, dans le but non seulement de voir si les animaux de cette série d'expériences, qui étaient morts avec un grand retard, avaient effectivement succombé à la rage, mais plus spécialement aussi de rechercher si le

virus rabique qui leur avait été inoculé avait subi une atténuation, nous pratiquâmes avec la substance nerveuse de ces lapins des inoculations sur d'autres animaux. Tous les animaux ainsi inoculés moururent de la rage dans le délai normal, c'est-à-dire de 18-25 jours. Ceci démontre, en outre, que *les effets bienfaisants et immunisants obtenus sur nos animaux avec le sérum de lapins vaccinés contre la rage ne proviennent pas d'une atténuation du virus rabique qui serait obtenue à l'aide de ce sérum.*

Or, si l'on accepte la conclusion de Pasteur (1), que dans la rage la prolongation de la période d'incubation pour un virus d'une force déterminée ne dérive pas d'une atténuation de celui-ci, ce que confirment aussi nos résultats, mais plutôt d'un appauvrissement dans sa quantité, et si l'on admet, d'autre part, par analogie de ce que l'un de nous a démontré pour le tétanos (2) et M. Bouchard pour la maladie pyocyanique, savoir : que la substance immunisante injectée est éliminée du corps après une période de temps plutôt courte, il sera très facile de se rendre compte du résultat des expériences rapportées plus haut sur les effets différents obtenus avec le sérum d'animaux vaccinés possédant divers degrés d'immunité.

De fait, nous n'obtiendrons avec ce sérum qu'une prolongation de la période d'incubation quand la substance immunisante injectée ne sera pas suffisante, en quantité ou en activité, pour détruire tout le virus inoculé avant qu'elle soit éliminée du corps ou qu'elle se soit simplement dissoute dans l'organisme ; tandis qu'au contraire nous empêcherons d'une manière durable le développement de la maladie, quand cette substance sera capable, par sa quantité ou par son activité, de détruire tout le virus inoculé avant d'être éliminée ou de se dissoudre.

Quant à savoir si, en effet, ces principes immunisants injectés avec le sérum sont, dans le premier comme dans le second cas, éliminés après un temps plus ou moins long,

---

(1) Pasteur, Lettre sur la rage. *Annales de l'Institut Pasteur*, I, 1887, p. 1.

(2) Tizzoni et Cattani, Sur la manière de conférer à quelques animaux l'immunité contre le tétanos (*Riforma medica*, 10 janvier 1891).

(3). Bouchard, Sur les prétendues vaccinations par le sang. (*Internationale Beiträge zur wissenschaftlichen Medicin*, III, p. 1 et suiv.)

ce qui nous paraît être fort probable, et si, par conséquent, on ne peut obtenir avec ce sérum qu'une immunité temporaire, c'est une question qui ne pourra être résolue qu'en constatant si les animaux qui ont résisté à la première inoculation de virus rabique résisteront aussi à une seconde inoculation et si leur sang conserve longtemps des propriétés immunisantes contre ce virus. C'est aussi ce que nous nous proposons de faire sur ceux de nos lapins qui ont survécu, quand un temps plus long se sera écoulé depuis la première expérience. Les résultats que nous obtiendrons seront rapportés dans une note spéciale. Et si nous devions trouver dans ces expériences, ainsi que cela nous paraît, en effet, probable, que l'immunité procurée à nos animaux par le moyen du sérum des lapins vaccinés contre la rage n'était que temporaire, alors nous devrions conclure que, dans la rage, comme dans le tétanos et dans la maladie pyocyanique, il existe entre la vaccination proprement dite et l'immunisation par le sérum de sang d'animaux vaccinés la différence notable que la première est apte à produire chez l'animal un état réfractaire permanent ou qui dure du moins un temps très long, et la seconde, au contraire, une immunité seulement temporaire et de courte durée.

Dans le cours de nos recherches nous avions aussi fait une expérience pour résoudre cette question ;mais, comme le lapin qui avait fourni le sang, possédait, ainsi que nous pûmes le vérifier plus tard, seulement une immunité incomplète, celle consistant dans une prolongation de la période d'incubation de la rage, mais non dans l'empêchement de son évolution, le résultat obtenu n'a aucune valeur.

Le lapin auquel nous prîmes du sang pour en étudier l'action immunisante était celui auquel on avait injecté, le 31 mai, 5 centimètres cubes de sérum recueilli chez le lapin B, et qui avait été inoculé par trépanation, le 1er juin, avec le virus des rues et qui mourut le 25 août.

Mais, bien que dans ce cas nous eussions pris du sang de cet animal un mois après sa trépanation et environ deux mois avant l'apparition des symptômes de la rage, ce sang n'eut aucun effet positif sur le virus rabique, ni *in vitro*, ni dans l'organisme, soit contre des inoculations

sous la dure-mère de virus des rues, soit contre des inoculations du même virus dans le nerf sciatique.

En dernier lieu, nous voulûmes rechercher si les mêmes résultats obtenus dans l'organisme avec du sérum de sang de lapins vaccinés pouvaient être également obtenus avec les produits solides retirés de ce dernier.

A cet effet, nous injectâmes dans la jugulaire de deux robustes lapins la solution aqueuse du précipité alcoolique fourni par 6 centimètres cubes de sérum du lapin A, recueilli fraîchement, ainsi que la solution aqueuse du précipité alcoolique obtenu de la globuline précipitée premièrement par le sulfate de magnésie et dialysée pendant 48 heures dans l'eau courante. Les deux animaux moururent de rage sans présenter aucun retard, démontrant ainsi que *le principe actif du sérum des animaux vaccinés perd par la précipitation avec l'alcool une partie de son activité.*

Pour vérifier dans l'organisme l'action anti-rabique du sérum de chiens vaccinés et établir une comparaison entre les résultats que l'on obtiendrait avec celui-ci avec ceux obtenus avec le sérum de lapin, nous fîmes onze expériences, huit avec le sérum fourni par le chien A vacciné une seule fois et trois avec le sérum du chien B, dont l'une après la première vaccination et les deux autres après sa revaccination. Les animaux traités avec le sérum de chien, recueilli après la première vaccination, en reçurent l'un 10 centimètres cubes, l'autre 7 centimètres cubes, deux 6 centimètres cubes et cinq 5 centimètres cubes (1). Ceux traités avec le sang de ce chien recueilli après la revaccination en reçurent chacun 5 centimètres cubes.

L'effet de ce sérum sur le virus rabique fut contrôlé chez le lapin par une inoculation de virus des rues dans le nerf sciatique. Les résultats obtenus avec le sérum de sang de chien restent bien au-dessous de ceux constatés dans les expériences faites avec le sérum de lapin. En

---

(1) Nous avons difficilement réussi à faire supporter à nos lapins plus de 5 centimètres cubes de sérum de chien, injecté dans les veines. Avec une dose plus élevée, surtout si elle atteint 10 centimètres cubes, beaucoup d'animaux meurent 1-2 heures après l'injection avec symptômes d'intoxication générale, ainsi qu'il résulte des expériences de Rammo.

effet, sur les animaux de ces onze expériences, huit n'en ressentirent aucun effet et moururent de rage sans aucun retard ; l'un donna un résultat incertain parce que l'expérience fut terminée trop tôt et l'animal sacrifié 57 jours après l'inoculation, et deux ne présentèrent jamais aucun symptôme de rage. De ces deux derniers, l'un avait reçu 6 centimètres cubes de sérum du chien A, recueilli après une seule vaccination, l'autre 5 centimètres cubes de sérum du chien B, pris après sa revaccination ; le premier fut inoculé dans le nerf sciatique avec du virus rabique des rues, le 29 juin 1891 ; le second, avec le même virus sous la dure-mère, le 31 juillet 1891.

Comme conclusion, on eut avec le sérum de chien une proportion de deux animaux sur dix qui ressentirent un effet favorable de l'injection de ce sérum, proportion certes inférieure à celle obtenue chez le lapin avec du sérum de sang de lapins vaccinés, surtout si aux résultats obtenus avec l'immunisation pratiquée dans un but prophylactique on ajoute ceux obtenus avec l'immunisation faite dans un but curatif.

Pour ces motifs, il faut admettre que *le sérum de sang de chien vacciné contre la rage*, *comparé à celui du lapin également vacciné*, *a un pouvoir bien moindre pour conférer au lapin l'immunité contre cette maladie.*

En guise d'appendice aux faits exposés ci-dessus, nous rapporterons encore le résultat d'une expérience dans laquelle nous avons obtenu chez un lapin une immunité transitoire par des injections dans la jugulaire de sérum de sang recueilli chez un lapin inoculé avec le virus fixe et offrant le tableau complet de la rage de laboratoire.

2 avril 1891. On inocule dans la jugulaire d'un gros lapin, du poids de 1.500 grammes, 5 centimètres cubes de sérum de sang pris 24 heures avant dans la carotide d'un lapin à l'état de paralysie générale complète ensuite d'une inoculation faite 6 jours plus tôt sous la dure-mère avec une émulsion de virus fixe.

Le 1er mai, soit 28 jours après l'injection du sérum de sang, ce lapin est inoculé par trépanation avec un virus rabique de troisième passage.

Le 14 juillet, soit 103 jours après l'injection du sérum,

75 après la première inoculation de moelle rabique, on pratique une seconde inoculation sous la dure-mère avec un virus de premier passage.

1er octobre. L'animal commence à moins manger, à se mouvoir avec moins de vivacité dans sa cage et à avoir le train postérieur baigné dans l'urine.

16 octobre. La parésie du train postérieur est plus marquée, l'amaigrissement plus évident.

22 octobre. L'animal offre le tableau complet de la rage paralytique.

23 octobre. Mort survenue 204 jours après l'injection de sérum, 176 après la première inoculation de virus rabique, 101 après la seconde et après une maladie de 23 jours.

Le bulbe de ce lapin est inoculé sous la dure-mère à un autre lapin qui meurt de rage paralytique le 23e jour de l'expérience.

Ce qu'il importe aussi de savoir, c'est que la moelle rabique avec laquelle fut faite la première inoculation sur l'animal en question avait, dans chaque cas et aussi pendant plusieurs générations successives, développé chez le lapin la rage sous forme furieuse, tandis que la moelle employée pour la seconde inoculation avait toujours donné la rage paralytique. Or, le lapin de cette expérience et celui auquel son bulbe fut inoculé étant morts de la rage paralytique pure, ceci montre que très probablement le virus de la première inoculation avait été détruit ou tellement appauvri au point de vue de sa quantité, qu'il ne pouvait plus prendre aucune part dans le tableau morbide présenté par l'animal. Quant aux raisons qui ont occasionné dans l'expérience en question une immunisation temporaire, nous ne pouvons rien dire de précis, n'ayant pas réussi à les mettre en évidence.

La littérature relative à ce point ne nous fournit pas non plus de renseignements à cet égard, à moins d'admettre que l'affirmation suivante, fort laconique, de M. Pasteur parle dans le même sens que notre expérience, affirmation à laquelle nous ne sachions pas qu'il ait été donné suite jusqu'à aujourd'hui.

« Par des inoculations de sang d'animaux rabiques

dans des conditions déterminées, je suis arrivé à simplifier beaucoup les opérations de la vaccination et à procurer au chien l'état réfractaire le plus décidé. Je ferai connaître bientôt à l'Académie l'ensemble des expériences sur ce point (1). »

Pour notre compte, il nous semble qu'il n'y a que deux interprétations à donner à cette double expérience, savoir: ou bien que le sérum de sang injecté contenait des substances protectrices qui s'étaient développées pendant la période d'incubation de la rage et durant son évolution ; ou bien qu'il contenait la substance toxique du virus rabique et qu'il avait, par l'entremise de celle-ci, provoqué chez l'animal auquel il avait été injecté la production de ces substances protectrices.

En vue d'éclaircir cette hypothèse, nous avons pratiqué de nombreuses expériences dans lesquelles des quantités plus ou moins fortes de sérum de sang recueilli chez des animaux atteints de rage de laboratoire furent injectées à des temps variés depuis le moment où il avait été recueilli à des animaux sains ; mais nous eûmes beau varier les conditions de l'expérience, nous ne réussîmes pas à obtenir chez les lapins auxquels ces injections étaient faites de retard dans l'apparition des symptômes rabiques et dans l'époque de la mort.

IV

Ayant ainsi démontré l'action immunisante du sérum de sang recueilli sur des animaux vaccinés, nous voulûmes voir si ce sérum pourrait, pendant la période d'incubation de la rage, exercer une certaine action curative et empêcher le développement de la maladie.

Dans ce but, nous avons fait, avec le sérum de sang recueilli sur des lapins vaccinés, cinq expériences, deux avec le sérum du lapin A après la première vaccination et

---

(1) Pasteur, Sur la rage. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, année 1884, page 1230.

trois avec celui des lapins A et B après leur revaccination.

Chez tous ces animaux, l'inoculation était pratiquée dans le nerf sciatique avec du virus des rues et l'injection curative de sérum de sang se faisait dans la jugulaire après qu'un temps déterminé, variant de 17 à 48 heures, s'était écoulé depuis l'injection. Vu la grande importance des résultats obtenus dans cette série de recherches, nous rapporterons brièvement le procès-verbal de chacune des expériences.

Expérience 1. — Le 27 juin 1891, on inocule dans le nerf sciatique avec du virus des rues un lapin de grosseur moyenne, et 17 heures après l'inoculation on lui injecte dans la jugulaire 5 centimètres cubes de sérum du lapin A qui, à cette époque, n'avait encore subi qu'une seule vaccination. Le 24 juillet au matin, l'animal est trouvé mort sans avoir présenté précédemment de symptômes rabiques.

A l'autopsie, on constate un abondant exsudat séreux-fibrineux, hémorragique dans la cavité péritonéale, de nombreuses hémorragies punctiformes dans le péritoine viscéral et pariétal et des cysticerques piriformes. Le bulbe de cet animal est inoculé par trépanation à un lapin qui, jusqu'à ce jour, n'a jamais présenté trace de maladie.

Expérience 2. — Le 29 juin 1891, on inocule un lapin dans le nerf sciatique avec du virus rabique des rues, et 25 heures après cette opération on lui injecte dans la jugulaire 5 centimètres cubes de sérum recueilli sur le lapin A, alors qu'il n'avait encore été vacciné qu'une première fois.

Le 24 août, les premiers symptômes de la rage font leur apparition.

Le 28 août, le lapin meurt le matin après avoir présenté pendant les jours précédents un tableau plutôt lent de rage paralytique.

Le bulbe de cet animal est inoculé par trépanation, à un lapin qui meurt de rage paralytique le 21e jour de l'expérience.

Expérience 3. — Le 28 juillet 1891, on inocule dans le nerf sciatique avec du virus des rues un jeune lapin pesant 1.230 grammes, et 48 heures plus tard on lui injecte dans la jugulaire 10 centimètres cubes de sérum du lapin A re-

cueilli depuis un jour et pris sur cet animal après qu'il avait été revacciné. Le 30 octobre, l'animal se porte très bien et pèse 1.890 grammes.

Le 3 novembre apparaissent les premiers symptômes de la rage et l'animal succombe à cette maladie le 5 du même mois.

Un lapin de contrôle, inoculé sous la dure-mère avec le bulbe de ce lapin, mourut de rage le 16e jour de l'expérience.

Expérience 4. — Le 29 juillet, on inocule dans le nerf sciatique avec du virus des rues un jeune lapin du poids de 1.620 grammes auquel on injecte, 18 heures plus tard, dans la jugulaire gauche 5 centimètres cubes de sérum de sang recueilli 2 jours précédemment sur le lapin B après sa revaccination.

Le 31 octobre, l'animal se porte bien et pèse 1.980 gr.

Le 3 novembre, on note que l'animal commence à montrer un peu de faiblesse dans le train de derrière comme s'il manifestait les premiers symptômes de la rage ; de plus, il mange moins qu'à l'ordinaire et a un peu diminué de poids (1.950 gr.).

4 novembre. Les symptômes notés le jour précédent sont restés stationnaires.

5 novembre. L'animal marche plus facilement que le jour précédent et se meut avec plus de vivacité dans sa cage. Le poids est remonté à 1.980 grammes.

11 novembre. L'animal ne manifeste plus aucun symptôme de maladie et est resté en bonne santé jusqu'à aujourd'hui. Au moment où nous écrivons, il pèse 2.170 grammes.

Expérience 5. — Le 29 juillet, on inocule dans le nerf sciatique avec le virus des rues habituel un jeune lapin pesant 1.680 grammes et on lui injecte dans la jugulaire, 24 heures plus tard, 5 centimètres cubes de sérum de sang du lapin A, recueilli après sa revaccination. Les 3, 5 et 8 août, on injecte chaque fois 3 centimètres cubes du même sérum sous la peau de cet animal.

Le 11 août, on répète l'injection sous-cutanée de ce sérum, mais à la dose de 5 centimètres cubes. Cet animal avait ainsi reçu en tout 19 centimètres cubes de sérum de sang d'un lapin vacciné et revacciné, et de ceux-ci 5 par la voie

circulatoire et 14 par la voie sous-cutanée. Cet animal n'a jamais présenté de symptômes de rage et pèse aujourd'hui 2,250 grammes.

Ces expériences *rendent évidente l'influence que le sérum de sang de lapin vacciné exerce dans l'organisme sur le virus rabique, même quand l'injection de ce sérum se fait dans un but curatif, c'est-à-dire un certain temps après l'inoculation.*

Elles démontrent peut-être encore mieux que les précédentes *le rapport qui existe entre le degré d'immunité du lapin qui fournit la substance injectée, le pouvoir immunisant du sérum servant aux injections et les effets produits par ces injections sur l'animal.*

Aussi les résultats obtenus dans cette série d'expériences augmentent-ils notre espoir de pouvoir obtenir avec le sang d'animaux ayant atteint un degré d'immunité encore plus élevé, ou avec des injections plus fréquemment répétées, des effets toujours sûrs et complets.

Si de tels résultats ont été obtenus sur le lapin, animal si sensible à l'égard de la rage, des résultats meilleurs encore devront probablement être obtenus sur l'homme dans la guérison de cette maladie, pour laquelle l'homme, comme nous le savons, est doué d'une réceptivité bien moindre que le lapin. De fait, il est très difficile d'obtenir avec le lapin, à cause de sa grande réceptivité à l'égard de la rage, des résultats favorables permettant d'entraver le développement de la maladie, en les traitant après l'inoculation du virus rabique, c'est ce que démontrent les nombreuses tentatives infructueuses faites dans ce but sur le lapin par bien des expérimentateurs par la méthode de vaccination de Pasteur, ainsi que le peu d'observations positives que l'on possède à cet égard sur cet animal. Ces observations se bornent pour ainsi dire aux 3 cas de M. Bujwid (1), dans lesquels, d'ailleurs, l'infection de l'animal d'expérience était pratiquée au moyen d'une injection sous-cutanée de virus des rues et aux 7 cas de MM. Di Vestea et Zagari (2), dont les animaux avaient

---

(1) Bujwid, l. c.
(2) Di Vestea e Zagari, l. c.

été inoculés dans le nerf sciatique et guéris assez rapidement par la méthode Pasteur.

Si nous nous arrêtons finalement à quelques particularités qui se sont présentées dans les cas observés par nous, il y aurait à remarquer que dans le premier, le virus n'avait pas encore gagné les centres nerveux même assez longtemps après l'inoculation ; il était probablement toujours resté limité au nerf sciatique. On constate que dans les expériences 2 et 3, même après un retard aussi notable dans l'apparition des symptômes rabiques et l'époque de la mort des animaux, il n'y eut aucune atténuation du virus rubique inoculé, puisque le bulbe de ces lapins inoculés par trépanation à d'autres animaux les fit constamment mourir dans le délai normal. On remarque enfin, que moins le début du traitement est éloigné du moment de l'inoculation ou que plus on augmente la dose du sérum injecté, plus aussi les résultats sont sûrs.

En ce qui concerne l'interprétation des faits observés dans cette série de recherches, nous pouvons nous borner à renvoyer à ce qui a été déjà dit sur l'action immunisante prophylactique du sang des lapins vaccinés contre la rage. Nous désirons seulement insister sur le fait confirmé, nous semble-t-il par ces dernières expériences, que *le sérum de sang des animaux vaccinés détruit le virus rabique dans l'organisme et que c'est à ce titre que le sérum exerce une action prophylactique et curative contre la rage.*

Ceci nous paraît être de grande importance pour le traitement de la rage, parce qu'une fois que l'on se sera convaincu de cette destruction du virus rabique dans l'organisme, rien ne s'opposera à ce que la guérison de la rage soit possible non seulement pendant sa période d'incubation, mais aussi après quand elle se sera déjà développée.

En fait, si l'on admet cette destruction du virus rabique dans l'organisme par le sérum de sang d'animaux vaccinés, il ne peut plus être question que de la quantité et de l'activité de la substance immunisante injectée, puisque celle-ci peut non seulement détruire le virus rabique inoculé, mais aussi arrêter sa multiplication dans le corps et même, si une telle multiplication s'était produite, amener, par sa destruction, la guérison.

Si l'on comprend ainsi le mécanisme de l'action contre la rage du sérum pris sur des animaux vaccinés, on voit qu'il est très différent de celui par lequel on peut, au moyen du sérum de sang d'animaux rendus réfractaires au tétanos, prévenir et guérir cette maladie. En effet, tandis que dans la guérison du tétanos nous n'avons probablement qu'une préservation des parties de l'organisme non encore attaquées par la maladie par suite d'une immunisation de ces parties, de façon à donner aux autres le temps de recouvrer leur état normal et à la toxine du tétanos de s'éliminer ou de disparaître dans l'organisme, nous avons, au contraire, dans la rage plutôt qu'une action préservatrice sur les parties non encore envahies par le virus rabique, une action directe, destructive, des substances immunisantes sur ce virus, une action, en d'autres mots, qui peut mieux être comparée à une véritable action antiseptique interne.

Avec le sérum de sang de chien nous fîmes 8 expériences, 6 avec celui du chien A, qui n'avait été vacciné qu'une fois, et 2 avec celui du chien B après qu'il eût été revacciné. L'inoculation du virus rabique fut, dans tous ces cas, également pratiquée dans le nerf sciatique avec une moelle de rage des rues ; les injections curatives de sérum furent faites dans les différents cas 17, 18, 20, 28, 46, 48 et 60 heures après l'inoculation. La quantité de sérum injectée fut de 5, 5, 25, 30, 32, 34, 34, et 37 centimètres cubes. Lorsque nous voulions injecter plus de 5 centimètres cubes de sérum, nous faisions des injections sous-cutanées multiples de 3 à 5 centimètres cubes de sérum par injection, en renouvelant celle-ci toutes les 24 à 48 heures.

Les résultats obtenus dans ces expériences confirment ceux qu'avaient donnés les recherches sur l'immunisation prophylactique par le même sérum ; sur 8 animaux traités dans un but curatif avec du sérum de chien vacciné contre la rage, un seul fut sauvé et vit encore aujourd'hui. Ce lapin, inoculé dans le nerf sciatique avec du virus des rues le 17 juillet, reçut sous la peau, à titre curatif, 30 centimètres cubes de sérum du chien A, savoir : 3 centimètres cubes le 19 juillet, 48 heures après l'inoculation; 2 centimètres cubes les 20, 21 et 22 juillet, 3 centimètres

cubes les 23, 24, 25, 26, 27, 28 et 29 du même mois. Il n'a jamais présenté de symptômes de maladie et a augmenté de poids.

Dans les 7 autres expériences, on nota seulement chez deux animaux traités avec le sang pris sur le chien B après sa revaccination un retard dans l'apparition des phénomènes rabiques et dans l'époque de la mort. Ces deux lapins avaient été inoculés dans le nerf sciatique avec du virus des rues, l'un le 28, l'autre le 29 juillet et avaient reçu sous la peau, 48 et 17 heures après l'inoculation, 37 et 34 centimètres cubes de sérum répartis sur 12 doses pour le premier et 10 pour le second. Le premier de ces lapins mourut le 10 septembre avec les symptômes de la rage, soit le 44e jour de l'expérience ; le second, le 3 septembre, soit 36 jours après l'inoculation du virus rabique.

Ces expériences établissent, toutefois, que dans l'immunisation des lapins à titre curatif, comme dans celle à titre prophylactique, le sérum de sang de lapin vacciné contre la rage possède une grande supériorité sur celui du chien également vacciné contre la rage. Nos expériences démontrent, en effet, que sur 8 animaux un seul put être sauvé et que *pour obtenir soit un léger retard dans l'apparition des symptômes rabiques et dans l'époque de mort*, *soit le défaut total de l'éclosion de la maladie*, *il a fallu employer une quantité de sérum de sang de chien bien supérieure à celle qui est nécessaire pour obtenir des effets égaux et même supérieurs avec le sérum de sang de lapin.*

On peut, en outre, conclure de nos recherches que *la revaccination augmente le pouvoir immunisant du sérum du chien de manière à faire ressentir dans chaque cas*, *bien qu'incomplètement, ses effets bienfaisants sur le lapin quand il est injecté à celui-ci à titre curatif.*

V

Dans une dernière série de recherches, nous avons voulu, enfin, examiner si la substance immunisante des

animaux vaccinés contre la rage diffusé dans tous les tissus et les organes ou si, comme l'un de nous l'a démontré pour le tétanos (1), elle est limitée exclusivement au sérum de sang. A cet effet, nous avons tué par saignée le lapin A, et après avoir lavé soigneusement le système vasculaire au moyen d'une circulation artificielle faite avec une solution de chlorure de sodium à 0,75 p. 100, nous avons, dans des vases séparés tenus dans de la glace, extrait, pendant 24 heures, avec de l'eau mélangée à parties égales avec de la glycérine neutre, le système nerveux central, le foie, la rate, un rein et des masses musculaires, le tout ayant été réduit, avant d'être plongé dans le liquide aqueux-glycériné, en bouillie très fine. Après le temps indiqué nous avons exprimé les viscères et les tissus susnommés et nous avons laissé pendant 24-48 heures une portion du liquide exprimé en contact avec une émulsion de moelle rabique des rues. Cette émulsion de moelle rabique faite dans l'extrait aqueux-glycériné des viscères et tissus de ce lapin A rendu réfractaire à la rage par vaccination fut alors inoculée à des lapins par trépanation. Ceux-ci prirent la rage sans aucun retard, savoir : 19, 20, 21 et 22 jours après l'inoculation.

Ceci démontre que *dans la rage comme dans le tétanos la substance immunisante se trouve, chez les animaux vaccinés, uniquement dans le sérum de sang et qu'elle manque, au contraire, dans les tissus (nerveux et musculaire) et dans les organes (foie, rate, reins).*

Nos recherches nous amènent donc aux conclusions générales suivantes :

Dans la rage, ainsi que cela est demontré pour d'autres infections, les effets bienfaisants de la vaccination sont dus à la présence dans le sang d'une substance immunisante qui se comporte comme une globuline et appartient probablement à la classe des enzymes. Dans l'immunisation à titre prophylactique et curatif il est possible de substituer, chez les animaux et probablement aussi chez l'homme, à la vaccination antirabique telle qu'elle est pra-

---

(1) TIZZONI et CATTANI. *L'immunita contro il tetana studiata negli animali molto suscettivi*, etc., *l. c.*

tiquée aujourd'hui, des injections de sérum de sang d'animaux vaccinés contre la rage, avec tous les avantages qui résultent de la substitution d'une substance inoffensive, dénuée de virulence, à une substance virulente, tout atténuée que soit sa virulence par la chaleur sèche.

Il nous reste encore à rechercher pour la rage, comme pour les autres infections de cette nature, si, chez les animaux vaccinés, ces substances immunisantes viennent du dehors et si elles sont contenues dans les matières mêmes avec lesquelles se pratique la vaccination et par conséquent inoculées avec celles-ci, ou bien si elles se forment dans le corps par l'action de microorganismes atténués ou des produits toxiques respectifs qui les accompagnent.

EXPOSITION GÉNÉRALE ET RÉTROSPECTIVE DE

MICROSCOPIE DE LA VILLE D'ANVERS

en 1891

(*Suite et fin*)

---

§ III. — Des instruments et appareils de Bactériologie

Observatoire Municipal de la ville de Paris

Le service micrographique de l'Observatoire de Montsouris avait présenté dans une exposition particulière les divers appareils utilisés pour explorer l'atmosphère, le sol et les eaux, au point de vue des poussières brutes et organisées qui s'y trouvent répandues ; les méthodes dites *aéroscopiques* de Pouchet, Pasteur, Maddox, Cuningham, comme les méthodes basées sur les cultures, inaugurées par les microbotanistes, par Pasteur, Nægeli, Cohn et Koch, occupaient dans cette exposition une très large place.

En dehors des modèles primitifs des aéroscopes automatiques du Dr Maddox, dont le Dr Miquel avait tenu à donner les dessins, se distinguaient des aéroscopes simples destinés à amener les poussières atmosphériques, au moyen d'une aspiration lente et continue, sur une lamelle mince enduite d'un liquide gluant. Le modèle du Dr Miquel, qui est une variante de celui du Dr Pouchet, était présenté sous deux formes : sous la forme de cloche de verre avec entonnoir renversé (modèle original construit en 1877 par Salleron), et sous celle d'une petite cloche en cuivre nickelé avec étrier à vis, porte-lamelle et cône à base inférieure foré à l'extrémité supérieure.

Dans les aéroscopes enregistreurs des poussières brutes

et organisées, la lamelle destinée à recueillir les corpuscules errants de l'atmosphère est mue par un mouvement d'horlogerie, qui, dans l'aéroscope enregistreur construit par Richard frères, entraîne horizontalement un porte-objet gravé en intervalles horaires ou qui, dans l'aéroscope enregistreur le plus récemment créé, imprime un mouvement circulaire à un disque de verre portant également gravées les 24 heures du jour.

Pour relever au microscope les résultats obtenus avec ce dernier aéroscope enregistreur, M. Nachet a construit une platine tournante excentrique à l'axe optique, fixée au chariot mobile d'un microscope ordinaire. La plaque graduée tourne dans ce cas sous un tambour vitré présentant une ouverture ovale pour le passage de l'objectif. Cet appareil était du reste exposé à côté des aéroscopes que nous venons de mentionner. Les aéroscopes enregistreurs à lamelle circulaire peuvent, comme on l'a vu dans ces *Annales* (1), être utilisés pour établir les variations des poussières brutes de l'air, des spores cryptogamiques et de bactéries. Pour cela, il suffit d'avoir à sa disposition une aspiration constante et uniforme, qu'on obtient au moyen des petites trompes à eau, métalliques ou en verre, également placées sous les yeux du public.

Pour obtenir une aspiration dans des régions éloignées du laboratoire, il faut des appareils beaucoup plus portatifs que les trompes à eau : on peut employer les trompes à vapeur, dont on voyait un petit modèle, ou encore des pompes à mercure à soupapes hydrauliques, mues par un fort mouvement d'horlogerie, décrites récemment ici même, et qui se trouvaient à Anvers annexées à l'exposition du service micrographique de la ville de Paris.

L'analyse de l'air au point de vue des bactéries s'effectue par le procédé des cultures, le seul qui paraisse actuellement pratique. Elle exige, d'abord, l'aspiration d'un volume d'air parfaitement déterminé, soit au moyen de vases jaugés, soit au moyen de compteurs à gaz très précis, soit encore au moyen de compteurs secs à gaz,

---

(1) *Annales de Micrographie*, tome I, page 573.

vérifiés au préalable. Ces deux sortes de compteurs construits spécialement par la maison Siry et Lizard pour l'Observatoire de Montsouris, donnant les cinquantièmes de litres, se voyaient au double modèle.

Comme appareils destinés à fixer les poussières, l'Observatoire de Montsouris avait exposé: des ballons distributeurs à barbottement, des filtres à matières insolubles (sable, verre pilé, amiante) ou solubles (sucre, sulfate de soude anhydre granulés), des vases à dilution, utilisés dans cette dernière méthode, et enfin les dispositifs et le matériel des analyses, par le procédé du fractionnement dans les milieux liquides (flacons de Freudenreich à capuchon rodé), et par le procédé du fractionnement dans les milieux solides (plaques de gélatine contenues dans des flacons coniques de 5 centimètres de diamètre). En outre, il était placé sous les yeux des visiteurs une collection de bactéries atmosphériques, contenues, soit dans les vases mêmes ayant été utilisés pour l'analyse de l'air, soit dans des flacons où elles avaient fait l'objet de cultures ultérieures et, dans ce dernier cas, ces échantillons de microbes étaient continus dans de longs flacons cylindriques à capuchon rodé, logés dans des boîtes à réactifs pouvant fermer à clef.

Pour clore les indications sur les instruments destinés à l'analyse micrographique courante de l'atmosphère, signalons le dispositif portatif usité pour le dosage de l'air des égouts de Paris; cet instrument est essentiellement formé d'un aspirateur métallique exactement jaugé de 10 litres, surmonté d'une poignée et d'une pince destinée à soutenir dans la position verticale les filtres captateurs des poussières voyageant dans l'air de ces conduits souterrains.

Le Dr Miquel a profité de cette occasion pour exposer ses appareils enregistreurs diurnes des bactéries atmosphériques : l'un destiné à fixer les germes sur papier lichéné; l'autre pour recevoir ces mêmes germes sur plaques de verre graduées en 24 heures, chargées d'une couche épaisse de gelée de lichen, séchée après développement des colonies et, plus tard, colorée au bleu d'indigo. Comparativement, il était présenté des plaques faites avec de la gélatine et de la gelée de lichen: les pre-

mières offraient de larges liquéfactions, des envahissements nombreux, gênants pour l'observateur, et étaient intensément colorées en totalité par le bleu d'indigo, tandis que les secondes, comme d'ailleurs les échantillons sur papier, indiquaient les colonies bactériennes en couleur foncée sur fond clair.

En ce qui concerne l'analyse micrographique des eaux, l'Observatoire municipal de Montsouris présentait : d'abord les divers appareils de verre flambés (ballons, ampoules, flacons) destinés au prélèvement des eaux, puis les caisses réfrigérantes à double et triple enveloppe destinées à maintenir ces eaux entre 0° et 4°, du lieu de leur prélèvement au laboratoire d'analyse.

Signalons encore un udomètre nickelé flambable dans toutes ses parties pour recueillir la pluie, et une boîte métallique stérilisable à haute température pour récolter la neige, la grêle et les matières solides à l'état de poussière ou d'eau congelée.

Comme pour l'analyse bactériologique de l'air, le laboratoire qui nous occupe avait exposé les divers temps d'une analyse micrographique des eaux :

1° La dilution des eaux à analyser dans les matras d'eau stérilisée de grandeur croissante jusqu'à 2 litres, suivant la puissance de la dilution à obtenir; cette eau stérilisée était enfermée soit dans des vases soufflés à capuchon rodé, soit dans des matras simplement bouchés avec de la ouate ;

2° Le matériel stérilisé des pipettes jaugées et graduées ;

3° Les bouillons et gélatines contenues dans des petits flacons Freudenreich ou dans des vases coniques, suivant que la méthode adoptée est celle du fractionnement dans les liquides ou dans les milieux solides ;

4° Les divers échantillons des microbes des eaux, soit tels qu'ils se développent spontanément dans les bouillons et la gélatine, soit cultivés ultérieurement.

A côté du matériel destiné à l'analyse micrographique des eaux, se distinguait le nécessaire construit par la maison Alvergniat, 10, rue de la Sorbonne, dans le but de réunir, sous un petit volume et dans une boîte portative, les différents objets permettant d'effectuer les analyses bactériologiques loin des laboratoires (voir pour la description de

ce nécessaire l'*Annuaire de Montsouris* pour l'année 1891, page 412, *fig*. 38).

Citons encore les vases adoptés pour les cultures aérobies, les vases à cultures anaérobiennes de toutes dimensions, depuis quelques centimètres cubes jusqu'à 3 litres ; on ne saurait s'étonner des dimensions en apparence exagérées de ces vases à cultures liquides, aujourd'hui, qu'à côté des qualités pathogènes et zymogènes directement exercées par les microbes il importe également d'étudier les qualités de leurs sécrétions (ptomaïnes, leucomaïnes, etc.). Comme ces études réclament la séparation des microbes des bouillons de culture où ils se sont puissamment développés, le laboratoire de micrographie de l'Observatoire de Montsouris avait exposé l'appareil servant à ces filtrations au moyen d'une bougie Chamberland, qui, par sa disposition, permet de filtrer une quantité indéterminée de liquide et de le fractionner au fur et à mesure de l'opération dans des vases stérilisés au préalable.

Citons encore une série de liquides stérilisés à froid : albumine d'œuf et jus de viande étendus, suc de choux, urine normale, bouillons divers et, enfin, de la gélatine chargée de principes volatils ou altérables à la température de 60 à 70°, passée de même à travers la bougie Chamberland. Ce sont ces derniers milieux que le Dr Miquel a appelés *mixtes*, et qui sont destinés à remplacer les sérums coagulés, mais non sûrement stérilisés à 70°. Pour opérer facilement la filtration de la gélatine qui s'effectue d'ailleurs très rapidement à travers la bougie Chamberland, le système doit être maintenu à 36° durant la filtration ; mais, comme les liquides gélatineux s'évaporent fortement sous l'influence du vide à cette température, pour avoir une gélatine normale, il est bon de ne charger les liquides à filtrer que de 4 à 5 0/0 de gélatine.

Nos lecteurs connaissent, pour les avoir lues ici, les descriptions du bain hétérotherme, du bain-marie réglé à combustion d'alcools, de thermo-régulateurs métalliques ; nous n'avons donc pas à y insister et nous signalons seulement leur présence à l'exposition d'Anvers.

Enfin, le chef du service micrographique avait présenté dans une partie de l'exposition de la ville de Paris, les

nombreux ferments de l'urée qu'il a découverts dans l'air et les eaux ; quelques échantillons en vases scellés, dans le gaz à éclairage, de la diastase qu'ils sécrètent et au moyen de laquelle ils déterminent rapidement le dédoublement de l'urée en acide carbonique et ammoniaque. A côté de ce ferment figuré soluble, se voyait le nécessaire uréométrique permettant de doser l'urée des urines ou l'urée dissoute dans n'importe quel liquide, non antiseptiqué, au moyen de l'urase.

Parmi les documents exposés par l'Observatoire de Montsouris, se trouvait la série des *Annuaires* de cet établissement contenant les treize mémoires publiés par le chef du service micrographique sur les organismes vivants de l'air, des eaux et du sol, et au milieu desquels on distinguait les trois dessins originaux des poussières atmosphériques publiés en 1870, par le Dr Maddox.

Voici en quels termes le jury de l'exposition de microscopie d'Anvers a décerné le grand prix à la ville de Paris :

« Les appareils exposés sont divisés en deux groupes, ceux qui servent à l'analyse de l'air et ceux qui servent à l'analyse des eaux. Ces appareils présentent une grande diversité, qui les rend propres aux divers buts de recherches variées. L'Observatoire de Montsouris a réalisé bien des progrès dans la bactériologie, et jouit d'une réputation universelle. »

Adnet, à Paris, 26, rue Vauquelin

Ce constructeur avait surtout exposé ses nouveaux instruments appliqués aux études bactériologiques, au nombre desquels nous avons distingué :

1° Le nouveau stérilisateur de M. Sorel, autoclave chauffé au moyen de la vapeur du xylène (hydrocarbure bouillant vers 130°) ; la stérilisation effectuée, on peut dessécher les objets soumis à l'action de la vapeur d'eau dans une chambre centrale, en adaptant à l'autoclave une trompe vidante ;

2° L'étuve de M. Sorel (forme étuve Gay-Lussac à

tiroirs), également chauffée par les vapeurs du xylène qu'un réfrigérant spécial condense au fur et à mesure de leur élévation au-dessus du système à maintenir entre 125 et 130°;

3° L'alambic stérilisateur de M. Sorel surchauffant à une haute température la vapeur d'eau au sortir de la cucurbite, au moyen d'une double rampe de becs de gaz;

4° L'étuve de M. Schribaux chauffée par les gaz chauds circulant dans des tubes métalliques placés en grand nombre au voisinage des parois de l'étuve, et qui peut être réglée : soit au moyen du système d'Arsonval, soit par les régulateurs métalliques du D[r] Miquel.

Signalons, parmi d'autres nombreux appareils exposés, une petite étuve pour les cultures, l'étuve glacière du D[r] Miquel et les régulateurs de ce dernier observateur, une étuve portative à air chaud pour stériliser les linges à pansements et les instruments de chirurgie, un stérilisateur à vapeur d'eau à double enveloppe, le bain-marie de Naples, les lampes et plaques refroidissantes usitées dans les laboratoires de bactériologie.

Tous ces appareils sont aussi bien construits que rationnellement établis; aussi la maison Adnet, qui a su prendre dans un temps relativement court une extension considérable et acquérir une réputation méritée, jouit-elle d'une grande faveur dans les laboratoires français et étrangers.

Wiesnegg, de Paris, 64, rue Gay-Lussac

Cette maison ancienne, qui a pendant longtemps presque exclusivement fourni les laboratoires de chimie de Paris et les Facultés de France, construit de même des instruments de bactériologie très estimés. C'est elle qui a été la première à livrer les fours à stériliser de M. Pasteur, les autoclaves Chamberland, les étuves diverses dont l'exposition particulière de M. Wiesnegg à Anvers présentait des modèles irréprochables.

Parmi les instruments mis sous les yeux du public, nous avons distingué la grande étuve du D[r] Roux, munie

de son régulateur métallique en fer à cheval, basé sur l'inégale dilatabilité des métaux soudés côte à côte, dont la description a paru dans les *Annales de l'Institut Pasteur ;* l'alambic étuve de M. Moitessier ; un stérilisateur à eau bouillante, un stérilisateur du Dr Poupinel pour les instruments de chirurgie ; les stérilisateurs à air sec et à eau bouillante du Dr Chantemesse ; la couveuse d'Arsonval ; l'étuve réglée pour la coagulation du sérum du sang, l'étuve du Dr Babès, la chambre chaude du Dr Vignal ; une table refroidissante, etc. etc... Nous ne nous attarderons pas à décrire ces appareils si bien connus, de même que les becs de gaz de divers modèles, les fourneaux, les entonnoirs à filtration chaude, les lampes, becs Ganat, etc.

La maison Wiesnegg a déjà sa réputation faite et, pour jouir de l'avance si réelle qu'elle a pu acquérir, par la bonne et intelligente facture de ses appareils, elle n'a qu'à suivre les traditions que lui a léguées son fondateur, M. Wiesnegg père, qui fut pour beaucoup de savants un collaborateur actif et dévoué.

Rud. Siebert, de Vienne, VIII, Beziek, Alserstrasse

Ce constructeur avait plus spécialement exposé la verrerie micrographique : flacons divers, réactifs, couvre-objets, lamelles minces, cellules variées, plaques de cultures, etc., le tout très proprement exécuté. On trouve également, en France, chez M. Cogit, 49, boulevard Saint-Michel, ces mille petits objets dont l'observateur-micrographe a besoin à tous les instants, qui semblent des riens de prime abord et qui sont finalement les auxiliaires indispensables du travailleur. On comprendra que nous n'ayons pas à nous étendre sur ce genre d'accessoires bien connus de tous les expérimentateurs ; nous ajouterons que la maison Rud. Siebert fournit également à très bon marché des stérilisateurs, des étuves très bien faites, qui sont aujourd'hui très utiles aux microbotanistes.

G. Trouvé, de Paris, 14, rue Vivienne

Cet électricien habile avait exposé à Anvers les piles, les générateurs divers usités pour la production de la lumière électrique, comme source d'éclairage micrographique et photomicrographique. Depuis que le Dr H. Van Heurck a vulgarisé l'usage de la lumière électrique pour les études de photomicrographie, M. Trouvé, s'est ingénié à créer des instruments dont l'usage se généralisera d'ici à peu de temps dans les villes où l'électricité est distribuée à domicile, ce qui évitera aux observateurs le maniement toujours ennuyeux des piles à liquide si souvent capricieuses, ou l'achat de moteurs coûteux pour la production de l'électricité. Nous félicitons M. Trouvé de son exposition, en nous rappelant que, dans toutes les branches scientifiques, en médecine et en chirurgie, comme en physiologie et biologie, il a su imaginer des appareils qui rendent journellement les plus grands services.

§ IV. — Préparations micrographiques Photogrammes. — Ouvrages de Micrographie

Préparations micrographiques

Dr H. Van Heurck. — Comme préparations rétrospectives, M. le Dr H. Van Heurck a présenté : une collection systématique de 300 préparations et 108 autres préparations du siècle dernier, des préparations microscopiques dues à Pritchard, de Londres (1825), et quelques curiosités micrographiques : deux exemples d'écritures microscopiques : le *Pater*, de Vebb écrit en anglais dans un cercle de 1/10 de millimètre, dont les traits sont très nets et très visibles, le *Pater* de Peters, également en anglais mais plus difficile à voir et écrit dans un cercle de 1/100 de millimètre ; signalons encore quelques dessins sur verre, des bouquets microscopiques par Harold Dalton et

une étoile formée de 2.490 rayons tracée sur la même substance par John Stanistreet.

A notre sens, beaucoup plus importantes étaient les 550 préparations du Dr H. Van Heurck qui lui ont servi de type pour la publication de son bel et important ouvrage sur les diatomées de la Belgique, et que contenaient 22 simili-volumes. Très méritoires étaient encore les diverses préparations du même savant dans les milieux à haut indice (2,4 sulfure d'arsenic), les préparations à lames et covers en flint, indispensables quand on veut employer les derniers apochromates (1,60) créés par Carl Zeiss. Toutes ces préparations effectuées avec le plus grand soin démontrent que la science n'exclue pas l'habileté manuelle, et que, sans avoir recours aux préparateurs de profession, on peut accumuler pour ses recherches personnelles des documents quelquefois supérieurs à ceux que l'on réclamerait au commerce.

Bolsius, professeur à l'Université de Louvain. — Ce savant, bien connu par ses belles recherches sur la structure des sangsues et autres espèces d'animaux analogues, avait exposé, en outre de ses instruments de travail et de ses ouvrages, 10.000 coupes microtomiques effectuées durant ses études. Le Dr H. Van Heurck ayant été appelé à donner son appréciation sur cette exposition du professeur Bolsius, rapporteur du Jury de l'exposition, nous lui laissons volontiers, ici, la parole :

« M. Bolsius avait exposé, outre son ingénieux chariot indépendant, ses importants mémoires sur les Hirudinées et une collection d'environ 10.000 coupes de ces êtres, collection ayant servi à ses travaux déjà publiés et devant encore servir à des publications futures. Nous allons examiner le tout plus en détail.

« Le chariot, applicable à volonté, est construit dans le même ordre d'idées que celui de la maison Zeiss ; mais le mouvement latéral de ce dernier, de même que de ceux que l'on a construits jusqu'ici est pratiquement trop restreint pour les préparations de laboratoire. Dans ces préparations-ci, qui ne sont pas faites pour la vente, mais pour les recherches du travailleur, il arrive que certains objets, très importants, sont éloignés considérablement du milieu

du slide. Les chariots actuels ne permettent pas d'amener ces objets-là dans le champ du microscope.

« Dans le chariot Bolsius, que ce savant micrographe a construit lui-même, le mouvement latéral atteint 72 millimètres. Les slides ordinaires peuvent donc être amenés sous l'objectif dans tous les points de leur surface et un objet qui s'y trouve, à n'importe quel endroit, peut être examiné et retrouvé à n'importe quel moment, grâce aux verniers inscrits sur les deux axes du mouvement et glissant le long des deux guides qui sont divisés en millimètres.

« Le mouvement latéral du chariot étant très étendu, M. l'abbé Bolsius a cru avantageux d'avoir un mouvement rapide pour l'installation approximative d'un endroit très latéral : ceci s'obtient en déclanchant le mouvement lent et en poussant la coulisse à la main jusqu 'à l'endroit voulu ; en engrenant ensuite la vis micrométrique, on obtient le mouvement lent latéral pour l'ajustement définitif.

« Les clefs ou boutons qui commandent les mouvements tant latéral que direct, peuvent être appliqués à volonté, soit tous deux à gauche ou à droite, soit l'un à droite et l'autre à gauche, suivant que l'une ou l'autre de ces positions présente momentanément plus ou moins de commodité.

« Ce chariot, qui a été fort apprécié par le Jury, a été décrit en détail dans le numéro de février 1891 du *Bulletin de la Société Scientifique de Bruxelles*.

« La collection de préparations exposée par M. l'abbé Bolsius contient à peu près 10.000 coupes microtomiques d'Hirudinées de différents genres et de différentes espèces et, en plus, quelques milliers de coupes d'autres Annélides.

« Ces coupes ont servi à ses recherches sur les organes segmentaires des Hirudinées. Les résultats de ces recherches sont déposés dans les publications suivantes :

« 1° *Recherches sur la structure des organes segmentaires des Hirudinées*, publiées dans *La Cellule*, t. V, fasc. 2 ;

« 2° *Nouvelles recherches*, etc. « *La Cellule* », t. VII, fasc. 1 ;

« 3° *Anatomie des organes segmentaires des Hirudinées d'eau douce,* d'après les *recherches cytologiques*, publiée dans les *Annales de la Société Scientifique de Bruxelles*, 1891.

« La même collection a déjà servi en grande partie à des recherches sur les organes ciliés des Hirudinées, dont les résultats vont paraître bientôt dans *La Cellule ;* le t. VII, fasc. 2, donne le premier mémoire qui traite des organes ciliés dans le genre *Nephelis.*

« Ces mémoires sont accompagnés de nombreuses planches lithographiées, dont les figures sont dessinées d'après nature à la chambre claire. »

Julien Deby. — De même que le professeur Bolsius, ce savant anglais, connu par de nombreux travaux de micrographie, et notamment par ses belles recherches sur les Diatomées, avait présenté aux visiteurs de l'exposition, avec ses instruments de travail, de belles et de très rares préparations. L'importance des objets placés dans la vitrine de M. J. Deby mérite une énumération détaillée.

Nous apercevons d'abord le grand microscope international de Beck et Beck complet avec les accessoires suivants : prisme achromatique (condenseur Abraham), prisme angle droit pour éclairage direct, prisme Amici pour éclairage oblique, reflex-illuminator de Wenham, paraboloïde de Wenham, grand prisme de Nicol pour polarisation, gypse orienté pour le polariscope, spectroscope pour binoculaire de Wenham, platine de sûreté américaine. A côté de cet appareil, se voyait le microscope minéralogique de Seibert et Kaft, celui de Watson, appliqué à la photographie, un appareil photomicrographique avec un tirage de 2^{m},50, un ancien microscope d'Oberhaüser, de Paris, construit en 1840, à platine tournante avec le corps du microscope et des appareils d'optique plus portatifs, tels que le petit microscope de Browning pour la poche du gilet, un *Algen Sucker*, d'origine allemande, avec un grossissement de 250 diamètres, d'un prix de 15 francs, et très suffisant pour les excursions ordinaires.

Comme appareils divers applicables aux études de micrographie, s'apercevait une cellule pour culture se remplis-

sant par capillarité ; une cellule pour propagation des microorganismes dans une goutte suspendue, une cellule de culture à courant d'eau continu sous le slide, une autre pour la culture des Zoophytes et un compressorium à mouvement parallèle.

La même vitrine renfermait un microscope pour le montage des Diatomées dû à M. Deby, avec lequel on ramasse les frustules d'un l'œil et on les dépose de l'autre, où l'on veut, au moyen d'une platine à mouvement rectangulaire. Signalons encore la tournette toujours centrée de M. J. Deby, un condensateur creux pour contenir les solutions de sulfate de cuivre ou autres pour lumières monochromatiques, et enfin un grand prisme au bisulfure de carbone, avec écran à fente mobile, pour la production de la lumière monochromatique pure, destiné à l'éclairage microscopique.

Parmi les belles préparations exposées par M. J. Deby, nous ne citerons que les plus remarquables :

50 slides représentant l'anatomie complète par sections longitudinales et transversales du *Brugmansia Löwoi*. Raflésiée rapportée de Sumatra par M. J. Deby. Ces préparations colorées en deux couleurs comprennent la structure de l'ovaire, des étamines, de l'involucre, etc..., depuis le commencement du bourgeon dans la tige qui supporte le parasite jusqu'à complète floraison ;

30 sections de plantes formicaires ou Myrmecophiles, le *Hydnophyton formicarium* et le *Myrmecodia tuberosa* rapportées de Java par M. J. Deby. Ces sections montrent les lenticelles de l'épiderme des galeries et prouvent ainsi que celles-ci n'ont pas été excavées par les fourmis mais qu'elles sont naturelles ; Étaient joints à ces slides des dessins de sections de grandeur naturelle de ces curieuses fourmillières faits par feu Draper, de Londres ;

4 préparations du petit diptère marin (à l'état de larve et de nymphe), découvert à Biarritz, en 1888, par M. J. Deby. Le *Psamathiomya* monté par Fred. Enock sans pression ni traitement par la potasse caustique ;

7 slides préparés sans pression représentant les métamorphoses de la *Cecidomya destructor* si préjudiciable aux récoltes du blé ;

8 slides préparés sans pression de têtes hyménoptères avec les parties de la bouche étalées ;

1 slide: le plus petit de tous les Hyménoptères connus, le *Caurptotera papaveris ;* 2 slides ennemis du *Phyloxcera ;* structure de la cuscute (haustories) et de la plante attaquée par elle (Cole) ; sections transverses de tiges de Monocotylédone, de Dicotylédone, d'Equisetum (colorées) ; section transverse Typha. Desmidiées avec leur endochrome intact, etc... ; spicules d'éponges à moelle silicifiée.

L'exposition de M. J. Deby nous montre clairement la somme de travaux de bon aloi que peut fournir un micrographe, alors que d'autres soucis et d'autres occupations le détournent journellement de ses études de prédilection. Ces savants amateurs sont loin d'être rares, nous en connaissons dans toutes les catégories des professions; il en est qui sont dans les finances, dans les ministères, dans la marine, dans l'armée, etc..., dont les travaux ont souvent autant de valeur que ceux que produisent les savants officiels attachés aux chaires de l'État, et nous ajoutons que le mérite de ces premiers est considérable, assujettis qu'ils sont à des travaux qui n'ont qu'un rapport très lointain avec la micrographie.

Dans la classe des préparations, citons encore les belles et utiles coupes du Dr J. Montaldo, de Turin, effectuées avec une perfection rare sur toute espèce de bois ; les préparations d'ivoire, de matière cornée, des substances alimentaires de tous points remarquables, dues aux MM. Jolles, de Vienne ; celles de Watson et Sons, admirables et tout à fait dignes de l'ancienne maison Wheller, dont ils sont les successeurs.

Enfin passons aux vitrines des préparateurs de profession qui avaient apporté leur précieux concours à l'Exposition d'Anvers.

Tempère, 168, *rue Saint-Antoine, à Paris.* — Ce préparateur qui a acquis en France une très grande réputation, non seulement à cause de l'habileté dont il fait preuve dans le montage des objets microscopiques les plus divers, mais de ses connaissances étendues en Diatomées, avait envoyé à Anvers une modeste vitrine où se trouvaient réunies un grand nombre de préparations : les unes rela-

tives à la zoologie générale, à l'anatomie normale et pathologique ; les autres relatives à la botanique, à la physiologie végétale, à la géologie, minéralogie, etc... Citons, parmi les préparations les plus remarquables, celles des Algues de France publiées par MM. Tempère et Dupray, celles des Diatomées de France et du monde entier éditées avec la collaboration de notre compatriote, M. Peragallo. Aujourd'hui, M. Tempère a entrepris la publication des champignons de France, avec le concours de M. Dutertre, de sorte que d'ici à peu de temps les micrographes pourront trouver chez ce préparateur les collections les plus étendues contenant les objets les plus rares et les plus recherchés.

M. Tempère est à la tête d'une publication spéciale : *Le Diatomiste*, magnifique périodique in-quarto, enrichi de figures et de planches très soignées ; ce journal vient combler une lacune qui existait dans notre pays où aucune feuille n'est consacrée exclusivement à l'étude des diatomacées, algues élégantes dont l'étude séduit un si grand nombre de savants et d'amateurs.

Une autre qualité de M. Tempère, très fortement appréciée, est la complaisance avec laquelle il se met à la disposition des savants de profession dont la technique et les tours de mains du préparateur-micrographe ne sont pas toujours familiers ; à l'inverse de quelques-uns de ses confrères, il dit et enseigne nettement ce qu'il fait, il ne se renferme pas dans ce mutisme ridicule et mystérieux du fabricant qui craint qu'on lui dérobe ses secrets. Nous n'insisterons pas plus longtemps sur l'exposition de M. Tempère qui était fort belle et surtout très savante.

Henri Keller fils, *Dramstadt* (Allemagne). — Les préparations exposées par ce fabricant étaient spécialement consacrées aux grandes familles du règne végétal, aux Dicotylédones et aux Monocotylédones. Ce préparateur bien connu est un spécialiste distingué d'une très grande habileté.

Edouard Thum, *de Leipzig*, 35 *Brüderstrasse*. — M. E. Thum qui s'occupe surtout de diatomées, avait envoyé de magnifiques préparations : une collection de plus de 2.000 diatomées, vulgaires ou rares, spécialement choi-

sies et montées après triage ; des Diatomées d'eau douce et salée, réunies en groupes systématiques fort instructifs ; des test-praparate, montés à sec, dans le styrax et le monobromure de naphtaline, utilisés pour éprouver la puissance des objectifs ; des typenplatten utiles aux débutants pour la détermination des espèces, etc... Enfin des salonpraparate pour les amateurs ou les personnes étrangères à la micrographie, auxquelles on désire donner un avant-goût des beautés ordinairement beaucoup plus sévères de cette science ; avec le soin et l'habileté manuelle dont M. Thum fait preuve, on peut ranger les plus beaux frustules des Diatomées en mosaïques, palmes, étoiles, rosettes, bouquets, etc..., et, quand on applique à ces préparations un bon condensateur, on obtient, comme le dit délicieusement le catalogue, « une irisation merveilleuse, ce qui est un plaisir incomparable des yeux ».

J.-D. Möller de Wedel (Holstein). — L'exposition de M. Möller, était nous l'avons déjà dit séparée par une cloison en bois d'une des petites salles du local consacré aux appareils de micrographie, et sa visite était soumise à un léger péage (0 fr. 25). Son aménagement était fort bien compris : sur une table placée devant les fenêtres, se trouvaient des microscopes avec lesquels on pouvait regarder les typenplatten les plus variés ; ce n'est pas sans une vive curiosité que nous avons examiné la préparation contenant 4.030 diatomées toutes différentes rangées systématiquement par familles et disposées dans de nombreux espaces rectangulaires. M. Möller nous a dit que ce chef-d'œuvre de patience lui avait coûté cinq années de travail, qu'il estimait son prix à 25.000 francs, mais que cette préparation exceptionnelle n'était pas à vendre. Au-dessus des microscopes, se trouvaient les négatifs de ce typenplatten exceptionnel, sur pellicules photographiques, et autour de la salle, les planches phototypiques de ces clichés au nombre de 59, destinées, à former l'atlas du livre de M. Möller relatif aux Diatomées et dont le prix sera de 110 francs. Ajoutons que ce préparateur habile et renommé avait réuni dans son exposition particulière tous les produits, objets et appareils destinés au lavage des Diatomées, à leur nettoyage, à leur arrangement systéma-

tique et à leur montage, ce qui offrait un véritable intérêt. M. Möller jouit d'une réputation universelle et, si nous n'apprécions peut-être pas au même degré que les amateurs les typenplatten coûteux et fragiles où sont répertoriées les diverses valves des Diatomées, nous estimons que les bonnes préparations des testplatten ont une valeur inappréciable, et que M. Möller les monte d'une façon tout à fait remarquable.

Photomicrogrammes

Dr H. Van Heurck. — On sait que M. le Dr Henri Van Heurck s'occupe avec le plus grand succès depuis trente ans de photomicrographie (nous avons pu voir un de ses clichés datant de 1862), et qu'il a apporté dans cette science, tant sous le rapport de l'éclairage que sous celui du dispositif opératoire, des modifications heureuses qui constituent de véritables progrès; c'est à lui que l'on doit la résolution en stries et en perles des tests les plus difficiles; aussi avons-nous pu apprécier toute la netteté à laquelle il était possible d'arriver dans ces photomicrogrammes en examinant le tableau contenant les épreuves à un fort grossissement de la *Van Heurckia crassinervis*, du *Surirella gemma*, de l'écaille du *Podura plumbea,* de l'*Amphipleura pellicuda,* du *Pigidium* de la puce, du *Pleurosigma angulatum*, du test de Nobert et les photomicrogrammes faits en collectivité du Dr J.-O. Cox et C. Hangton, à l'effet de démontrer la structure des valves au moyen de fractures et d'injections appropriées. Ces dernières épreuves toutes parfaites étaient très remarquables.

Jules Van den Berghe, de Roulers. — Le directeur du laboratoire agricole de Roulers présentait des épreuves surtout utiles à consulter dans le commerce et notamment dans celui des tourteaux de graine de lin. Les photographies offertes au public nous ont semblé médiocres; pour être juste, il faut ajouter que le sujet abordé prêtait peu aux belles épreuves.

Les photogrammes de M. Ansell représentant des poils

d'animaux, ceux de M. Nayer, de Bruxelles, relatifs aux sécrétions urinaires, de MM. Caes et Theys, de Louvain, affectés aux recherches de micrographie commerciale, les photomicrographies de MM. D'hont et Moreau du laboratoire communal de Courtray, appliquées aux tourteaux des graines oléagineuses, présentent un intérêt spécial et une utilité incontestable; généralement, ces épreuves étaient assez bien réussies et faisaient honneur à leurs auteurs.

Otto Muller, de Zurich, Gerechtigkeistsgasse, 22. — Avait exposé une série d'épreuves tout à fait remarquables, exécutées avec l'appareil microphotographique de Zeiss, nous en avons compté 78 en tout.

36 ont été faites d'après les préparations du Dr Lubarsch, de Zurich (bactéries diverses, coupes d'organes devenus le siège d'une infection microbienne, au nombre desquelles des lésions produites par le bacille de la tuberculose, celui du charbon, du typhus, de la lèpre, de l'actinomycose, etc., coupes histologiques de lésions cancéreuses et autres.)

9 préparations, toutes dues au Dr Such-Kenneck, à Zurich (lésion du nez).

2 autres préparations dues au Dr Fiedler (cellules pyramidales de l'écorce cérébrale).

12 préparations d'espèces nouvelles de Diatomées décrites par M. le professeur Brun, de Genève.

2 microphotographies d'après des préparations de M. Möller, de Wedel (Diatomées, coupes de plantes.)

4 photomicrogrammes de Diatomées d'après des préparations de M. Thum, de Leipzig.

Enfin treize autres photomicrogrammes représentant différents microbes, d'après des préparations de M. de Freudenreich, de Berne.

M. Gife d'Anvers. — Cet amateur, qui serait, d'après les notes que nous avons prises, architecte provincial est également un photomicrographe des plus distingués, il avait exposé deux cadres d'épreuves remarquables, parmi lesquelles nous citerons une trompe de mouche d'une perfection admirable, un *Arachnoidiscus ornatus* d'un relief magnifique, un *Pleurosigma angulatum* résolu en hexagones, un *Amphipleura pelucida* peut-être moins net, mais la *Cymbella gastroides* et la *Navicula lyra* sont superbes ;

toutes ces épreuves ont été effectuées à la lampe électrique à incandescence.

Etaient également remarquables et très remarqués les photogrammes du professeur Giorgio Roster de Florence, de Comber de Chester, d'Andrew Pringle, dont le talent est si justement apprécié ; moins belles nous ont semblé les photomicrographies de M. Duchesne d'Evreux, donnant des épreuves du *Pleurosigma angulatum* à des amplifications allant de 1.500 à 11.000 diamètres ; les figures obtenues à ce dernier grossissement sont bien diffuses pour qu'il semble possible d'en déduire quelques faits intéressants sur la structure si discutée du frustule siliceux de l'*Angulatum*.

Terminons ce paragraphe en signalant les belles épreuves colorées sur verre de MM. Lumière de Lyon, les unes consacrées aux bactéries, d'autres aux algues vertes et à de belles coupes d'embryons de poulet. C'est pour les professeurs une véritable fortune que de pouvoir se procurer des photomicrogrammes presque parfaits pouvant être projetés et soumis de nouveau à de fortes amplifications.

Enfin MM. Thévoz et Cie avaient exposé quelques reproductions phototypiques de photomicrographies, et l'on a pu apprécier que ces éditeurs savent tirer le plus grand parti des épreuves qu'on leur confie et en donner sur papier une reproduction d'un grand fini et d'une grande perfection.

Ouvrages de micrographie

Nous nous contenterons de signaler rapidement les ouvrages de micrographie réunis à Anvers à l'occasion du 3e centenaire du microscope.

Dr H. Van Heurck. — *Le microscope, sa construction, son maniement*, etc., 1re édition (1865) ; 2e édition (1869) ; 3e édition (1878) ; 4e édition (1891) ; *Synopsis des diatomées de Belgique*, grand in-8, 2 vol. de texte et un atlas de 310 fig., dessinées d'après nature (1880-1885) ; 18 opuscules divers relatifs à la micrographie.

Dr E. Giltray. — *Traité de microscopie*, intitulé: Sept objets regardés au microscope.

Dr J. Pelletan. — Collection du *Journal de micrographie*, 15 vol. in-8 ; *Les diatomées*, 2 vol. in-8 ; *Le microscope, son emploi et son application*, 1 vol. in-8 ; opuscules au nombre de 4, relatifs à la micrographie.

H. Peragallo. — *Monographie du genre Pleurosigma et des genres alliés*, in-quarto, avec 10 planches (1891) ; *Diatomées de la baie de Villefranche* (1888) ; *Histoire sommaire du microscope composé*, (1883) ; *Notes sur quelques Diatomées saumâtres du Médoc*.

Professeur Jacques Brun. — *Diatomées, espèces nouvelles marines, fossiles ou pélagiques* (1891).

Dr Alexandre Fischer, de Waldeheim. — *Le microscope pancratique*, par le professeur A. Fischer (1841).

Dr Miquel. — Treize *Annuaires de l'Observatoire municipal de Montsouris* (1878-1890) ; *Annales de micrographie*, tome I et II ; *Organismes vivants de l'atmosphère* (1883) ; *Analyse bactériologique des Eaux* (1891).

Dr Behrens. — *Zeitung fur Mikroskopie* (importante publication) ; *Tabellen zum gebrauch bei Mikroskopischen arbeiten; Leitfaden der Botanischen Mikroskopie*, avec 150 fig., dans le texte.

Hilfsbuch zur ausführung Mickrokopischez untersuchungen im Botanischen laboratorium von Wilhelm Behrens, avec 132 fig. dans le texte; *Das Mikroskop und die methoden der Mikroskopischen Untersuchung*, von W. Behrens, A. Kossel und P. Schiefferdecker, tome I.

Dr Richard Neuhauss. — *Lehrbuch der Mikrophotographie*, avec figures, autotypies et photogravures.

Dr J. H. Salisbury. — *Microscopic examination of blood and vegetation found in variola, vaccina and typhoïd fever*, New-York (1868), avec 3 planches ; *Malaria* (1882), avec 10 planches contenant de très nombreuses figures ; *The relation of Alimentation and Disease* (1888), avec 19 planches contenant de nombreuses figures du sang dans diverses maladies et d'organismes, etc., trouvés dans le sang, les expectorations, les déjections, etc.

Nous aurions voulu passer avec moins de rapidité sur de nombreux sujets que la nécessité d'être bref nous a

obligé seulement d'effleurer ; quoi qu'il en soit, ce qui précède suffit à démontrer que l'exposition internationale de micrographie d'Anvers, dont le promoteur et l'organisateur a été M. le Dr H. Van Heurck, a réuni toutes les attractions que comportent les sciences micrographiques. C'est là un mérite que le modeste directeur du jardin botanique d'Anvers voudrait en vain rejeter sur ceux qui ont répondu à son appel, car nous savons que, sans le nom qu'il a su se faire dans la science, sans l'activité qu'il a déployée, le succès qu'a obtenu l'exposition de micrographie aurait été certainement bien inférieur à celui qu'il a été loisible à tous de constater. M. le Dr H. Van Heurck a-t-il été puissamment aidé dans sa laborieuse entreprise ? Il ne semble pas qu'en dehors de quelques amis devoués, les membres de la Société belge de microscopie, dont le Dr Van Heurck a été le président, aient contribué pour beaucoup à cette fête du troisième centenaire de la découverte du microscope. L'absence, dans les ouvrages exposés, des *Annales* et du *Bulletin de la Société belge de microscopie* et des travaux, si estimés, dus aux savants professeurs des diverses Universités belges, a quelque peu déconcerté les étrangers, qui, venus de l'Allemagne, de l'Angleterre, de la France, de la Hollande, de l'Italie, ont mal saisi l'immixtion de rivalités locales dans une œuvre à laquelle tous les micrographes auraient du être heureux de participer.

Espérons que l'exposition de micrographie d'Anvers ouvre l'ère des expositions ayant trait aux sciences micrographiques, dont les branches nombreuses se ramifient et s'étendent dans toutes les parties des sciences naturelles ; à l'occasion d'un nouveau jubilé de ce genre, il serait injuste, croyons-nous, d'oublier que c'est à Anvers que s'est tenue la première exposition spécialement consacrée à la micrographie, et que c'est au Dr Henri Van Heurck que l'on a dû son entier succès.

OBSERVATOIRE MUNICIPAL DE MONTSOURIS

BULLETIN MENSUEL D'ANALYSE MICROGRAPHIQUE

Analyse de l'air de Paris (Hôtel de ville), *Septembre* 1891

DESIGNATION des SEMAINES	MICROPHYTES par m. c.		DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES				MALADIES	
	BACTÉRIES	MOISISSURES	TEMPÉRAT. moyenne	PLUIE — Hauteur en millimèt.	VENT Direction moyenne	VENT Force moyenne	ZYMOTIQUES [1]	SAISONNIÈRES [2]
N° 35 du 30 Août au 5 Sept. 1891	7.330	2.330	17°,7	21mm,6	SW	15km,0	145	77
N° 36 » 6 Sept. » 12 »	11.220	1.000	18 ,2	»	E	10 ,7	139	69
N° 37 » 13 » » 19 »	9.170	1.300	17 ,6	3 ,0	SW	15 ,5	172	73
N° 38 » 20 » » 26 »	12.800	1.000	13 ,9	8 ,4	S	15 ,2	152	63
N° 39 » 27 » » 3 Oct.	10.700	1.670	14 ,5	2 ,8	SW	13 ,6	140	80
MOYENNES ET TOTAUX	10.240	1.460	16°,5	35mm,8	SW	14km,0	748	362
ANNÉE MOYENNE	»	»	»	»	»	»	»	»

OBSERVATIONS. — [1] Sous la rubrique *maladies zymotiques* sont comprises : les fièvres éruptives, la fièvre typhoïde et l'atrepsie (choléra infantile). — [2] Au nombre des *maladies saisonnières* ne sont comptées que les affections aigues des poumons (Bronchite aiguë, Broncho-pneumonie et pneumonie).

Analyse de l'air des égouts (*Moyenne générale*)

Septembre 1891. Bactéries = 3.500 Moisissures = 2.000 Température = 15°,3

Analyse de l'air au Parc de Montsouris

Septembre 1891. Bactéries = 318 Moisissures = 247 Température = 16°,5

Analyses des eaux de Paris et d'autres provenances, *Septembre* 1891

DÉSIGNATION DES EAUX	MOYENNES MENSUELLES DES BACTÉRIES PAR C.M.C.		TEMPÉRAT.	OBSERVATIONS
	Septembre 1891	Année moyenne		
1° Eaux de Source				
Eau de la Vanne à Montrouge	300	800	»	Canalis. = 2.900 bactér.
» de la Dhuis à Ménilmontant	1.075	1.890	»	Canalis. = 800 »
» » »	»	»	»	»
2° Eaux de Rivières				
Eau de la Marne à Saint-Maur	18.000	36.300	18°,0	»
» de la Seine à Ivry	15.000	32.500	17°,9	»
» de la Seine au pont d'Austerlitz	75.000	44.500	»	Hauteur = 0m,73
» de la Seine au pont de l'Alma	160.000	111.700	»	»
» d'autres provenances	»	»	»	»
3° Eaux de Canal				
Eau de l'Ourcq à la Villette	24.000	53.300	»	»
» d'autres provenances	»	»	»	»
4° Eaux de Puits				
Puits rue Princesse à Paris	5.000	»	»	»
» Raviot à Choisy-le-Roi	15.000	»	»	»
5° Eaux de Drainage				
Drain de Saint-Maur	1.000	2.340	»	»
Drain d'Epinay	5.000	14.795	»	»
6° Eaux d'égout				
Eaux des collecteurs de Paris	15.000.000	13.800.000	»	»
7° Eaux de vidanges				
Eau du dépotoir de l'Est	6.000.000	36.715.000	»	»
» » traitée à Bondy	20.000	72.900	»	»

OBSERVATOIRE MUNICIPAL DE MONTSOURIS

BULLETIN MENSUEL D'ANALYSE MICROGRAPHIQUE

Analyse de l'air de Paris (Hôtel de ville), *Octobre* 1891

DÉSIGNATION des SEMAINES	MICROPHYTES par m. c.		DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES				MALADIES	
	BACTÉRIES	MOISISSURES	TEMPÉRAT. moyenne	PLUIE — Hauteur en millimètr.	VENT Direction moyenne	VENT Force moyenne	ZYMOTIQUES [1]	SAISONNIÈRES [2]
N° 40 du 4 Octobre au 10 Octobre 1891 .	8.890	2.000	14°,9	10mm,6	SE	17km,7	127	86
N° 41 » 11 » » 17 » » .	7.670	1.830	13 ,8	17 ,3	SW	18 ,7	121	84
N° 42 » 18 » » 24 » » .	6.160	2.150	12 ,0	10 ,4	SW	14 ,9	102	74
N° 43 » 25 » » 31 » » .	12.600	3.400	8 ,4	3 ,2	NE	19 ,5	106	106
» » » » » .	»	»	»	»	»	»	»	»
MOYENNE ET TOTAUX	8.830	2.345	12°,3	41mm,5	S	17km,7	456	350
ANNÉE MOYENNE	»	»	»	»	»	»	»	»

OBSERVATIONS. — [1] Sous la rubrique *maladies zymotiques* sont comprises : les fièvres éruptives, la fièvre typhoïde et l'atrepsie (choléra infantile). — [2] Au nombre des *maladies saisonnières* ne sont comptées que les affections aiguës des poumons (Bronchite aiguë, Broncho-pneumonie et pneumonie.

Analyse de l'air des égouts (*Moyenne générale*)

Octobre 1891. Bactéries = 1.340 Moisissures = 1.330 Température = 13°,5

Analyse de l'air au Parc de Montsouris

Octobre 1891. Bactéries = 253 Moisissures = 349 Température = 12°,3

Analyses des eaux de Paris et d'autres provenances, *Octobre* 1891

DÉSIGNATION DES EAUX	MOYENNES MENSUELLES DES BACTÉRIES PAR C.M.C.		TEMPÉRAT.	OBSERVATIONS
	Octobre 1891	Année moyenne		
1° Eaux de Source				
Eau de la Vanne à Montrouge.	694	800	»	Canalis. = » bactéries
» de la Dhuis à Ménilmontant.	1.320	1.890	»	Canalis. = 1.600 »
» Puits de Morlay (Chantilly)	1.400	»	»	»
2° Eaux de Rivières				
Eau de la Marne à Saint-Maur.	65.000	36.300	13°,7	»
» de la Seine à Ivry	17.500	32.500	13°,4	»
» de la Seine au pont d'Austerlitz . . .	47.500	44.500	»	Hauteur = $0^m.85$
» de la Seine au pont de l'Alma	500.000	111.700	»	»
» Oise à Précy-sur-Oise	7.200	»	»	»
3° Eaux de Canal				
Eau de l'Ourcq à la Villette	168.500	53.300	»	»
» d'autres provenances.	»	»	»	»
4° Eaux de Puits				
Puits Guénegaud à Paris	19.000	»	»	»
» de Gorée (Précy-sur-Oise).	1.300	»	»	»
5° Eaux de Drainage				
Drain de Saint-Maur	1.700	2.340	»	»
Drain du Moulin de Cage	4.000	7.945	»	»
6° Eaux d'égout				
Eaux des collecteurs de Paris	25.500.000	13.800.000	»	»
7° Eaux de vidanges				
Eau du dépotoir de l'Est	5.000.000	30.715.000	»	»
» » traitée à Bondy.	»	72.900	»	»

BIBLIOGRAPHIE

Dr P. Baumgarten. — **Jahresbericht ueber die Fortschritte in der Lehre von den pathogenen Mikroorganismen.** Rapport annuel sur les progrès réalisés dans la doctrine des microorganismes pathogènes. Sixième année, 1890, première moitié (Brunswick, chez Harald Bruhn).

Nos lecteurs, qui ont eu l'occasion d'apprécier les rapports que M. Baumgarten publie annuellement sur les progrès réalisés dans la science microbiologique, et dans lesquels lui et ses collaborateurs nous donnent des analyses souvent détaillées de tous les mémoires ou ouvrages parus sur la matière et parvenus à leur connaissance, seront heureux d'apprendre que le rapport pour 1890 vient de paraître. Une grève des ouvriers typographes a malheureusement empêché l'auteur de nous le donner en entier, mais la fin suivra sous peu. La partie imprimée comprend 350 pages, et contient les analyses de 541 mémoires et traités. Nous n'avons pas à revenir sur le plan de l'ouvrage resté le même, et nous n'avons plus à faire ressortir ses nombreuses qualités qui le rendent indispensable à tous les bactériologistes désireux d'être tenus au courant des progrès constants que fait la microbiologie. Ajoutons seulement qu'en même temps M. Baumgarten, a fait paraître une table des matières des cinq premières années, ce qui facilite beaucoup les recherches.

E. F.

L'Éditeur-Gérant, Georges CARRÉ.

Tours. — Imprimerie DESLIS FRÈRES

ANNALES
DE MICROGRAPHIE

DESCRIPTION DE DEUX NOUVEAUX MICROBES DU LAIT FILANT

Par M. Alfred GUILLEBEAU
Professeur à l'École vétérinaire de Berne

La viscosité, ou l'état filant du lait de vache, a été attribuée par quelques auteurs à un vice de sécrétion, par d'autres à une fermentation survenue après la traite. Le vice de sécrétion est censé être la conséquence de l'absorption d'aliments avariés, ou autrement impropres à l'espèce bovine ; mais l'étude de cette relation étiologique n'a pas, jusqu'ici, été entreprise avec la rigueur scientifique désirable, et elle n'a pour le moment que la valeur d'une opinion de praticien.

Les recherches de ces dernières années ont porté de préférence sur la découverte de ferments capables d'occasionner la transformation en question, et elles ont abouti préliminairement à la détermination de seize espèces différentes de microbes, douées de cette faculté. En voici l'énumération aussi complète que possible :

COCCUS

1° *Coccus de Schmidt-Mulheim* (1). — Cet auteur s'est surtout occupé des modifications chimiques du lait filant,

(1) Schmidt-Mulheim, Du lait filant. *Archiv für Physiologie von Pflüger*, t. XXVII, p. 490.

qui consistent, d'après lui, dans une transformation du sucre de lait en une gomme différente de celle du vin filant. Cette modification était occasionnée par un coccus, rencontré quelquefois sous la forme de chaînette, qu'il ne décrit pas en détail, de sorte qu'il est aujourd'hui impossible de déterminer l'espèce avec laquelle l'auteur opérait en 1884. Il nous apprend seulement que son coccus, qu'il n'avait point isolé, mais cultivé en promiscuité avec les microbes ordinaires du lait, déployait dans ces mélanges son maximum d'activité à la température de 30° à 40° C;

2° Le coccus signalé dans le lait filant par *M. Hueppe* (1), n'a pas davantage fait l'objet d'une détermination rigoureuse, et nous savons seulement que son diamètre mesurait 0,2 μ;

3° Nous possédons, par contre, des renseignements détaillés sur le *Coccus de MM. Schutz et de Ratz* (2). Il est aérobie, immobile, ovale, et mesure 0,00215 millimètre sur 0,00120 millimètre. Dans le lait il se trouve toujours sous la forme de diplocoques entourés d'une gaîne, tandis que dans les autres milieux de culture la capsule fait régulièrement défaut. Dans la gélatine on constate l'apparition de petits points gris 24 heures après l'ensemencement, et les colonies atteignent rapidement la grosseur d'une tête d'épingle. La gélatine n'est pas liquéfiée. Le coccus se développe fort bien aussi sur la gélose et la pomme de terre, où il forme un enduit luisant, transparent, à réaction fortement acide.

Le lait stérilisé devient acide, et la caséine est précipitée. La température la plus favorable pour la production de ce phénomène se trouve à 20° ou 22° C., et dans ces conditions il survient après 30-48 heures; il a lieu encore, mais avec des retards, à 10° et 35° C., qui sont les limites thermiques extrêmes permettant une action vitale;

4° Le *Coccus de M. Weigmann* (3) se rencontre soit sous la forme de diplocoques, soit sous celle de chaînettes com-

---

(1) Hueppe, La décomposition du lait et les principes biologiques de la physiologie de la fermentation. *Deutsche med. Wochenschrift*, 1884, p. 777.

(2) Ratz, Du lait visqueux. *Archiv für wissenschaftliche und praktische Thierheilkunde*, t. XVI, p. 100.

(3) Milch-Zeitung, 1889, n° 48.

posées de 4 à 10 articles. Il est aérobie, et croît uniquement dans la gélatine et sur la gélose préparées avec le sérum de lait. Les colonies restent très petites, et la gélatine ne se liquéfie pas. Le maximum de croissance se fait entre 30° et 40° ; cependant, au bout de 12 à 15 heures et à la température de 25°, le lait devient déjà visqueux, et plus tard il tourne à l'aigre;

5° Le *Coccus de M. Black* (1) a été trouvé sur la muqueuse de l'homme au cours de fièvres intenses. Ces microbes, qui sont toujours réunis en chaînettes, réussissent à transformer en 24 heures un bouillon peptonisé et sucré en une glue parfaitement caractérisée ;

6° Citons pour mémoire la transformation visqueuse du lait par la grassette (*Pinguicula vulgaris*) obtenue intentionnellement en Scandinavie, et qui s'effectue sans doute par un microbe (microcoque ou bacille) auquel la plante en question sert de véhicule (Duclaux) (2).

BACILLES

7° L'*Actinobater du lait visqueux de M. Duclaux* (3) est un bâtonnet entouré d'une gaine et formant souvent des chaînettes ;

8° L'*Actinobater polymorphus* du même auteur (4) est également encapsulé et produit sur l'amidon une pellicule d'aspect rougeâtre ;

9° Le *Bacille de M. Loeffler* (5) affecte la forme de gros bâtonnets, légèrement arqués, qui se désagrègent très rapidement en courts segments. Dans la gélatine il se produit des points de croissance de couleur blanche, à bords nettement définis, rarement dentelés, et arrivant après quelques jours au diamètre de 1/4 à 1/2 millimètre. La gélatine n'est pas liquéfiée.

---

(1) Cité par Miller, *Die Microorganismen der Mundhöhle*, 1889, p. 21. — *Independent Practioner*, 1886, p. 546.

(2, 3 et 4) *Encyclopédie chimique*, par Frémy, t. IX, p. 555-562.

(5) Loeffler, Des bactéries du lait. *Berliner Klinische Wochenschrift*, 1887, n° 33.

L'invasion du lait par ce microbe est caractérisée par une odeur très particulière et une réaction acide, qui, cependant ne se manifeste que tardivement. L'auteur n'a point élucidé la question de savoir si la substance gommeuse, fournie par le bacille, dérive des matières sucrées ou de l'albumine ;

10° et 11° Le *Bacillus viscosus n° 1* et le *Bacillus viscosus n° 2* de *Van Laer* (1) sont des bâtonnets mesurant 1,6 — 2,4 μ sur 0,8 μ, formant rarement des chaînettes et portant une spore à l'un des bouts. La gélatine n'est pas liquéfiée. Les points de culture apparaissent dans ce milieu après 48 heures ; les bords des colonies, d'abord parfaitement délimités, offrent plus tard des échancrures, et l'agglomération de bactéries, s'étire en fil lorsqu'on l'enlève avec une pointe de platine. Les deux espèces n'ont été trouvées jusqu'à présent que dans le moût de bière et dans la bière elle-même, mais elles possèdent à un haut degré la faculté de rendre le lait visqueux. La substance glaireuse est produite par la dissociation des matières sucrées, et sa production donne lieu à un fort dégagement d'acide carbonique ;

12° et 13° Pour le *Bacillus Guillebeau de M. de Freudenreich* et le *Bacillus viscosus d'Adametz*, nous nous permettons de renvoyer le lecteur aux tomes précédents de ces *Annales* (2), qui contiennent des renseignements détaillés sur ces organismes ;

14° Le *Bacillus mesentericus vulgatus* (Flügge) si vulgaire, et mentionné dans tous les traités de bactériologie, possède de même la faculté de rendre filant le lait, ainsi qu'il ressort plus particulièrement des études de M. William Vignal (3).

A cette série d'organismes déjà connus viennent se joindre les deux espèces nouvelles auxquelles est consacrée cette notice, et qui ont été signalées une première fois dans le *Landwirthschaftliches Jahrbuch der Schweiz* 1891 (4)

---

(1) Van Laer, Sur les fermentations visqueuses. *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, t. XLIII.

(2) T. II, p. 361 ; t. III, p. 341.

(3) Vignal, William, Contribution à l'étude des Bactériacés. Le *Bacillus mesentericus vulgatus*, Paris, 1889, p. 14, 88, 179, 185.

(4) T. V, p. 135.

sous le nom de *Micrococcus Freudenreichi* et *Bacterium Hessii*. Avant d'aborder leur description, qu'il nous soit permis de témoigner du regret que nous éprouvons de terminer le dénombrement des ferments glaireux du lait, sans pouvoir indiquer quels sont parmi eux les espèces les plus fréquentes, et partant les plus importantes pour l'industrie laitière. Cette étude de statistique reste à faire, et elle ne manquera pas d'intérêt.

MICROCOCCUS FREUDENREICHI, *n. sp.*

Un marchand de lait des environs de Berne se plaignit au printemps de l'année 1891 des ennuis que lui causait l'altération de sa marchandise, qui devenait filante et acquérait une odeur désagréable, donnant lieu à des plaintes sérieuses de la part de ses clients. Cette altération survenait rapidement dans l'espace de quelques heures, car le lait n'était conservé au plus que pendant la durée de 15 heures dans son établissement. Elle se montrait seulement de temps en temps, à des jours inégalement espacés, et devint plus fréquente au printemps, avec l'augmentation de la température de l'air. Il nous fut facile de constater l'état filant sur les échantillons mis à notre disposition, tandis que nous ne pûmes nous rendre compte par nous-même du prétendu dégagement d'une odeur nauséabonde. Un examen minutieux du lait sécrété par chaque trayon des 19 vaches fournissant la provision du marchand donna des résultats satisfaisants au point de vue de la qualité, et prouva qu'il ne s'agissait pas d'un vice de sécrétion, mais d'une altération du lait survenue après la traite.

Dans ce lait nous trouvâmes un coccus immobile, sphérique, relativement gros, surtout lorsqu'il était cultivé sur la pomme de terre, car il avait un diamètre de 0,002 millimètres; quelquefois cet organisme formait dans le lait des chaînettes. Il est également aérobie et anaérobie, et il se multiplie facilement dans les milieux

usités de nos jours dans les laboratoires. Le bouillon se trouble d'abord ; plus tard, il se forme un dépôt floconneux et le liquide surnageant devient limpide et en même temps *très légèrement filant*. Dans les plaques de gélatine au sérum du lait on constate après 36 heures l'apparition de petits points blancs, granuleux, à bord parfaitement délimité, et s'étirant en fil lorsqu'on les cueille. Très peu de temps après la gélatine commence à être liquéfiée et à devenir fortement visqueuse. Le coccus se développe fort bien aussi sur la gélose au sérum de lait. Les cultures sur pomme de terre n'ont pas toujours le même aspect, elles forment quelquefois un enduit mince, interrompu de beaucoup de lacunes ; d'autres fois une couche épaisse et luisante, et la coloration varie également entre le jaune clair fleur de soufre et le brun terne mélangé de jaune. Les cultures les plus luxuriantes sur pomme de terre s'obtiennent dans les tubes à essai fermés à la lampe.

Le lait stérilisé acquiert un si fort degré de viscosité, qu'on peut l'étirer en minces fils de 5 décimètres à 1 mètre de longueur, et les cultures un peu anciennes donnent des fils de plusieurs mètres. Dans le lait non stérilisé et lorsque la température ambiante est maintenue à 22° C. cette modification est déjà sensible 5 heures après l'infection, sans que le goût du liquide soit, du reste, modifié d'une façon appréciable. Bientôt cependant le lait stérilisé tourne à l'aigre, et quelques jours après la caséine est coagulée en un précipité finement granuleux, au-dessus duquel nage un sérum limpide et la substance gluante. A ce stade avancé de l'altération, le liquide a pris une odeur désagréable, comparable à celle de la sciure d'os frais. Le coccus est peu sensible à un changement de réaction du milieu dans lequel il se trouve, et il se développe même parfaitement sur des terrains de culture, dès l'abord, à réaction légèrement acide. Dans ces circonstances cependant, il n'acquiert pas tout à fait la même grosseur que dans les milieux convenablement neutralisés. La température la plus favorable à son développement est à 20° C. ; il se multiplie encore à 12° et à 35°, mais avec moins d'énergie.

Le microbe conserve assez longtemps sa vitalité : ainsi,

à la fin de septembre, dans un ballon de lait ensemencé au mois de mars, nous le trouvâmes encore apte à la reproduction. Il avait donc vécu dans ce milieu acide pendant plus de 6 mois d'été.

Cet ensemble de propriétés différencie parfaitement le *Micrococcus Freudenrichi* des autres coccus du lait filant, les bacilles n'entrant pas en ligne de compte, car notre microbe réalise le type parfaitement pur d'un organisme à forme sphérique. Le Coccus de Schmidt-Mulheim a son maximum d'activité entre 30 et 40° ; le nôtre à 20° ; le Coccus de M. Hueppe est beaucoup plus petit ; celui de MM. Schutz et de Ràtz ainsi que celui de E. Weigmann ne liquéfient pas la gélatine. Nous pourrions faire valoir encore bien d'autres caractères différentiels si un doute pouvait s'élever sur la nécessité de constituer une espèce particulière pour notre microbe.

Le *Micrococcus Freudenrichi* se développant le plus facilement à la température de 20°, il ne paraît guère, en raison de ce caractère, destiné à vivre en parasite dans l'organisme d'un mammifère. Cependant, par prudence, nous instituâmes une expérience pour savoir s'il réussirait à se maintenir dans le pis.

Une chèvre reçut, dans un des trayons, 5 grammes d'une culture dans un bouillon non additionné de sucre et vieille de 3 jours. Le premier jour l'animal parut triste, mais la production laitière resta à 250 grammes comme les jours précédents. Le second jour les apparences de la santé étaient revenues, mais la sécrétion tomba à 60 grammes ; cette dernière se releva dès le troisième jour à 250 grammes, pour ne plus décliner dans la suite. Dès le premier jour le lait contint beaucoup de corpuscules de pus ; leur nombre diminua de jour en jour, mais pendant quelque temps encore il fut possible de constater leur présence dans le lait. Celui-ci n'était en général pas filant au moment de la traite, et il ne le devenait pas dans la suite, à une exception près cependant concernant le lait du troisième jour, qui acquit un léger degré de viscosité, après un repos de 12 jours. Une recherche bactériologique, faite au moyen de plaques de gélatine, 9 jours après l'injection, révéla la présence *d'un germe* de Micrococcus par centimètre cube de lait.

Quelques germes avaient donc réussi à se maintenir assez longtemps dans la glande mammaire. Si dans la suite



on voulait rechercher le microbe dans cet organe, rien ne serait plus simple. Il suffirait de recueillir avec quelques soins de propreté une petite quantité de lait de chaque trayon dans un tube à essai stérilisé et bouché avec un tampon de ouate. Après 12 heures de repos, la viscosité serait sûrement apparue, si la contamination s'était effectuée dans la glande. Mais dans les cas se présentant dans l'industrie laitière cette recherche sera parfaitement superflue, car tout porte à croire que l'infection mammaire ne se réalise pas dans la nature, et qu'il s'agit toujours d'une souillure du lait par des poussières tombant des poils des vaches de l'étable, par une contamination au moyen d'ustensiles infectés, ou par d'autres voies encore.

L'injection de culture sous la peau du lapin reste sans effet ; d'un autre côté, il a été constaté que le microbe n'entrave pas la préparation du beurre, la crème visqueuse se barattant parfaitement.

Le *Micrococcus Freudenreichi* a été rencontré plusieurs fois dans les environs de Berne pendant l'année 1891. Nous devons à l'obligeance de M. de Frendenreich le renseignement que ce microbe a aussi été trouvé près de Soleure. Il est sans doute prématuré de se prononcer dès aujourd'hui sur la fréquence du Micrococcus dans les laiteries du centre de l'Europe. Cependant il est évident que, grâce au peu de chaleur ambiante dont il a besoin pour vivre, grâce aussi à la rapidité de sa multiplication, il est bien mieux qualifié pour se propager et se maintenir dans les laiteries que la plupart des autres espèces énumérées en tête de cette notice.

La matière visqueuse fabriquée par le *Micrococcus Freudenreichi* provient-elle des matières sucrées ou albumineuses ? C'est une question fort intéressante, mais dont nous ne nous sommes pas occupés. Les substances contenant du sucre de lait deviennent très fortement filantes; le bouillon simplement peptonisé et sans addition de sucre le devient encore, mais à un faible degré. Le sucre est donc évidemment un élément très favorable à la production de la matière glaireuse.

Les mesures à prendre contre l'altération du lait en question découlent très simplement des données relatives

à l'histoire naturelle du microbe. Il s'agit d'arriver à la destruction de cet organisme par des moyens simples, dont l'emploi n'offre pas de dangers. Pour faciliter les recherches sur les moyens de désinfection, nous donnions au contage une forme facilement maniable, en le fixant sur des fils de soie stérilisés et immergés ensuite dans une culture au bouillon. Afin de constater la destruction des organismes après ces essais, les fils de soie étaient ensuite transportés dans du bouillon, qui est un milieu plus sensible que la gélatine. Nous avons étudié l'effet de la chaleur, de la dessiccation et de quelques composés chimiques. L'eau bouillante a raison des germes après une action de 2 minutes; la dessiccation dans une étuve à la température de 25° C. ne détruisait le microbe qu'au bout de 6 jours. Pour déterminer l'effet des vapeurs d'acide sulfureux nous jetions sur des charbons ardents, déposés au fond d'un vase de 25 litres 1 gramme de fleurs de soufre, soit la fraction de 40 grammes par mètre cube correspondant au volume du vase. La désinfection fut inégale : car sur un fil les germes avaient péri après 1 heure d'exposition ; sur d'autres ils étaient encore capables de se développer après 6 heures de séjour dans le bocal à désinfection. L'eau de chaux contenant 0,5 — p. 100 de chaux détruisait les germes dans une demie-heure; lorsqu'on élevait la proportion de chaux à p. 100, la destruction était parfaite après 15 minutes Une solution de carbonate de soude à 3 0/0, agissant à la température de la chambre, ne détruisait les germes qu'après une action de 24 heures.

BACTERIUM HESSII, *n. sp.*

Cet organisme fut rencontré par hasard sur une vache paissant dans les Alpes à 1200 mètres d'altitude. C'est un microbe à forme allongée, mesurant lorsqu'on le cultive sur la pomme de terre, 0,003 — 0,005 millimètre de longueur sur 0,0012 millimètre de largeur. A côté de

bacilles on trouve toujours beaucoup de microbes à forme arrondie et d'autre part quelques longs filaments. Le bout des bacilles est convexe et se colore d'une manière plus intense que le milieu.

Il est très mobile et parcourt rapidement de grandes distances, en filant en ligne droite d'un point à un autre. Le *bouillon*, non additionné de sucre, *est rapidement transformé en une masse visqueuse*, à réaction alcaline. Dans la gélatine au sérum de lait, on remarque au bout de peu de temps de petits points de croissance, à bords parfaitement délimités, mais s'entourant en quelques heures d'un enchevêtrement de fins filaments. Bientôt la *gélatine est liquéfiée*, et la colonie du bactérium, représentée par un gros flocon, nage au centre de la cupule, dans la substance liquide et visqueuse. La liquéfaction avance très rapidement, et au bout de 2 jours toute la provision de gélatine ensemencée a changé d'état. Sur la pomme de terre, il se forme un enduit luisant, d'un blanc terne, qui brunit plus tard. Sur la gélose au sérum de lait, la croissance est également très active.

Lorsque le Bacterium se développe dans la crème du lait stérilisé, on remarque la formation de grumeaux agglomérés, qui ne sont autre chose que des grumeaux de beurre, car il s'agit, en effet, de la transformation de la crème en beurre par voie de fermentation. Si le lait ensemencé est maintenu à la température de 35°, le beurre se fond au fur et à mesure de sa production, et forme une couche jaunâtre, huileuse, surnageant le lait, douée de l'odeur caractéristique du beurre frais fondu. Après un abaissement de la température ambiante, la couche se prend en une masse solide et homogène. Au bout de 2 jours la réaction de ce milieu devient acide, et la caséine est précipitée.

En remplaçant le lait stérilisé par du lait pasteurisé au moyen d'un chauffage à 69° prolongé pendant 20 minutes, et en tenant après l'ensemencement ce liquide à la température de 20° il sera devenu légèrement filant en 14 heures, et vers la 36e heure on pourra l'étirer en fils longs d'un centimètre. Si la température ambiante n'est que de 15°, la crême donnera après 3 ou 4 jours, à un moment

où les couches inférieures du lait seront déjà coagulées, des fils de 5 centimètres de longueur. Somme toute, l'altération de consistance produite par le *Bacterium Hessii* n'atteint jamais le degré de viscosité auquel on arrive si facilement avec le *Micrococcus Freudenreichi*. La substance visqueuse due à l'action du Bacterium se dissout facilement dans l'eau, sitôt qu'on élève la température du liquide à 35° ou au delà. La dissolution se fait encore, et cette fois à n'importe quelle température, dès que l'eau contient un peu de l'acide que notre microbe produit aux dépens du sucre. Il ressort de ces observations que, dans les laiteries, cette espèce de viscosité ne peut être qu'un phénomène essentiellement transitoire, tandis qu'elle se maintient indéfiniment dans le bouillon et la gélatine. Nous avons constaté que l'état filant avait disparu dans le lait ordinaire après 36 heures à 35°, après 2 1/2 jours à 25°, et après 3 1/2 jours à 20°.

L'altération de la crème par ce Bacterium ne s'étend que lentement à la surface des vases d'un certain diamètre; pendant les premiers temps, elle se borne à des ilots de peu d'étendue. Mais, si le liquide est quelquefois remué, on peut obtenir une transformation simultanée de la masse entière, et, lorsque cette dernière est composée de crème, le liquide sera bientôt transformé entièrement en beurre. Dans les premiers jours, l'odeur du lait n'est pas sensiblement altérée par le microbe ; mais les cultures anciennes dans du bouillon et sur gélatine répandent une forte odeur de renfermé, nettement désagréable, que des amis ont comparée à celle de la conicine ou de la triméthylamine.

Le Bactérium est surtout aérobie ; il croît plus difficilement dans un milieu privé d'oxygène, et dans ces conditions il ne forme sur la pomme de terre, par exemple, qu'un enduit très mince. Au point de vue de la température il est particulièrement tolérant et s'accommode de degrés très différents. A 20° et à 36° il a déjà fourni des cultures luxuriantes 12 heures après l'ensemencement ; à 15°, il liquéfie encore une quantité notable de gélatine en 36 heures. Vers 30°, il dégage un peu de gaz dans la gélose au sérum du lait, et nous avons cru pouvoir interpréter cette particularité comme le signe de l'action vitale arrivée, grâce à la

température ambiante, à son apogée. Les germes se conservent assez longtemps dans les vieilles cultures. Dans du lait additionné d'un peu de craie, et dans de la gélatine devenue franchement acide, nous les retrouvâmes aptes à la multiplication 6 mois après l'ensemencement.

Ce Bactérium est évidemment un organisme saprogène, peu suspect de parasitisme dans les tissus d'un mammifère. Nous avons voulu cependant déterminer son action sur le pis.

Une culture dans du bouillon fut injectée à une chèvre : dans un des trayons nous poussâmes cinq gouttes de liquide, dans l'autre un gramme. L'action sur la glande fut minime : elle se borna à l'apparition d'un certain nombre de leucocytes dans le liquide sécrété. Or cette anomalie s'observe déjà après une injection de bouillon stérile, d'où il faut conclure que, dans le cas en question, l'invasion de la mamelle par le microbe n'a pas donné lieu à une réaction.

Du reste une injection sous-cutanée de culture n'agit pas davantage chez le lapin.

Le *Bacterium Hessii* se distingue nettement des bacilles dont nous avons parlé en tête de cette étude. Contrairement à ce que nous avons constaté chez le premier, ces derniers sont immobiles, ne liquéfient pas la gélatine, et se multiplient assez lentement. Les cultures sur pomme de terre du *Bacillus mesentericus vulgatus* et du *Bacillus mesentericus fuscus* (Flügge) forment des plissements très caractéristiques, qui manquent sur nos cultures. Ensemencé sur des plaques de gélatine au 5 p. 100 nous n'avons jamais constaté chez notre microbe les migrations spéciales au *Proteus* (Hauser) (1). Quelques ressemblances au point de vue de la végétation, que nous avons cru reconnaître outre le *Bacterium* et le *Bacillus pneumonicus agilis* (Schou) (2) nous ont engagés à faire une injection trachéale de culture à un lapin. Il n'en fut nullement incommodé, et il n'y a donc pas identité entre les deux espèces.

La matière visqueuse fabriquée par le *Bacterium Hessii*

---

(1) Hauser, Gustave, *Ueber Faülnissbacterien und deren Beziehungen zur Septicaemie*, 1885 (Monographie).

(2) *Fortschritte der Medicin* ; t III, p. 486.

apparaît en grande quantité dans le bouillon simplement peptonisé. Une addition de sucre ne semble être d'aucune utilité ; elle est même nuisible à cause de la production d'acide qui entrave le changement de consistance. Il est donc extrêmement probable que dans cette fermentation la matière visqueuse dérive de la caséine. Parmi les actions vitales du microbe la transformation de la crême en beurre mérite d'être plus particulièrement mise en évidence. Il se peut qu'à un moindre degré cette action se retrouve chez d'autres espèces de microbes; cependant nous ne l'avons pas trouvée mentionnée, et nous pensons que l'observation de ce phénomène est quelque chose de neuf. Quelle explication faut-il en donner ? Il nous semble qu'on pourrait le rapporter à une diminution de la résistance de l'obstacle, qui dans la crème s'oppose à la réunion des gouttelettes de graisse. Cette résistance est constituée par la caséine en dissolution, et cette dernière étant modifiée par le ferment, l'attraction moléculaire peut désormais agir avec efficacité, et amener l'agglutination des gouttelettes de graisse.

Les essais de désinfection entrepris sur le *Micrococcus Freudenreichi* ont été répétés pour le *Bacterium Hessii*. Ce dernier est détruit en 2 minutes par l'action de l'eau bouillante; la dessiccation le tue après 3 jours. Les vapeurs d'acide sulfureux ont peu d'action sur lui, il succombe en 15 minutes dans une solution de chaux, au 1/2 p. 100, et le carbonate de soude à 3 p. 100 s'est montré efficace après une action de 6 heures. Somme toute, c'est un organisme doué seulement d'une faible résistance.

RECHERCHES QUANTITATIVES

SUR LES

LEVURES ET LES BACTÉRIES DES VINS NATURELS ET DES VINS ARTIFICIELS

PAR

Le Dr SCHAFFER et Ed. de FREUDENREICH

L'étude des microorganismes du vin a jusqu'ici porté surtout sur leur action fermentative et sur les maladies qu'ils sont susceptibles de produire dans ce liquide. Ainsi, M. Pasteur a soigneusement étudié et décrit les ferments qui rendent le vin filant ou amer, qui le changent en vinaigre ou le font tourner, etc., etc.

Nous avons pensé qu'il ne serait pas sans intérêt d'analyser aussi, au point de vue quantitatif, des vins naturels parfaitement sains, en les comparant, à cet égard, avec les vins artificiels du commerce. Si l'on se représente, en effet, le peu de propreté avec laquelle les raisins secs et les drogues employés dans la fabrication de ces vins sont traités pendant le séchage, le transport, etc., on peut s'attendre à ce que l'examen bactériologique des vins artificiels fournisse des résultats peu satisfaisants, à moins qu'ils n'aient été soigneusement pasteurisés, ce qui, paraît-il, est quelquefois le cas. Le fait également, que les fabricants de vins artificiels ont toujours grand'peine à clarifier leurs vins fabriqués et que ces vins sont le plus souvent plus ou moins opalescents ou troubles quand ils sont livrés au commerce, rendait probable qu'ils étaient le siège d'infections bactériennes notables.

Nos recherches ont porté sur des vins de provenances diverses. De chaque espèce, nous faisions deux à trois plaques de gélatine avec 1/20, 1/10 et 1/2 centimètre cube de vin. Notre but étant seulement de faire une analyse quantitative des microorganismes contenus dans les différents

échantillons, nous nous sommes bornés à compter les levures et les colonies bactériennes ; nous avons divisé celles-ci en micrococcus et en bacilles, sans en faire une étude approfondie qui serait sortie du cadre de nos recherches. Les vins provenaient de sources sûres. Voici les résultats de ces expériences :

A. — *Vins naturels.*

1° *Rivaz*, vin blanc (âgé de 4 mois)	environ 3000 colonies par centimètre cube, rien que des levures d'une seule espèce,
2° *Corsier*, vin blanc (âgé de 4 mois)	environ 4000 colonies par centimètre cube, composées d'une seule espèce de levures.
3° *Vin rouge français* (âgé de 4 à 5 mois)	environ 2500 colonies par centimètre cube, rien que des levures.
4° *Dézaley*, vin blanc (âgé de 16 mois)	environ 20000 colonies par centimètre cube, rien que des levures.
5° *Etna*, vin blanc (âgé de 7 mois, venant d'arriver, très trouble)	rien que des bactéries, environ 800 colonies d'espèces diverses par centimètre cube.
6° *Goldberger*, vin blanc du Rhin (5 ans de bouteille)	266 colonies par centimètre cube, rien que des levures.
7° *Mâcon* rouge (4 ans de bouteille)	236 colonies par centimètre cube, rien que des levures de deux espèces.
8° *Dôle* rouge (15 mois de bouteille)	489 levures par centimètre cube, point de bactéries.
9° *Margaux* rouge (15 ans de bouteille)	les plaques ne donnent ni levures ni bactéries.
10° *Dézaley*, vin blanc (vieux en bouteilles)	les plaques restèrent stériles.

B. — *Vins artificiels.*

1° Vin artificiel de K., à Berne.	On trouve par centimètre cube 120000 levures, 15000 bactéries et 300 moisissures.
2° Vin de raisins secs N° 1 de Porrentruy (âgé de 5 mois).	Environ 110 colonies de levures par centimètre cube, et, en outre beaucoup de toutes petites colonies contenant probablement le même micrococcus que le N° 3 de Porrentruy.

3° Vin de raisins secs N° 2 de Porrentruy (âgé de 2 mois).	Environ 40 colonies de levures par centimètre cube, et beaucoup de petites colonies identiques probablement au micrococcus du vin N° 3 de Porrentruy.
4° Vin de raisins secs N° 3 de Porrentruy (âgé de 2 mois).	126000 colonies par centimètre cube, dont environ 1/10 de levures et 9/10 de micrococcus.
5° Vin artificiel N° 1, de J.-G., à Zurich.	136080 colonies par centimètre cube, point de levures, rien que des courts bacilles et des micrococcus.
6° Vin artificiel N° 2 de J.G., à Zurich.	Environ 6000 colonies bactériennes (bacilles et coccus) et 1000 levures par centimètre cube.
7° Vin de raisins secs de Saint-Gall (coloré avec un peu de vin naturel).	Environ 4000 colonies par centimètre cube d'un bacille liquéfiant la gélatine. Quelques moisissures mais point de levures.
8° Vin blanc (vin naturel coupé avec du vin artificiel).	Environ 2400 colonies par centimètre cube composées en majeure partie de levures, seulement quelques colonies de micrococcus.

Si l'on considère d'abord les résultats concernant les vins naturels, on voit que sur onze échantillons, un seul contenait des bactéries. Ce vin (Etna de 1890) était très trouble et l'on n'avait évidemment pas apporté la propreté nécessaire à son traitement depuis la récolte et pendant le transport. On aurait donc, à bon droit, pu l'exclure de la consommation. Les numéros 9 et 10, tous deux des vins naturels purs et qui avaient plusieurs années de bouteille, ne contenaient plus de levures vivantes et peuvent être considérés comme stériles. Les vins artificiels, au contraire, y compris les vins de raisins secs, contenaient tous des bactéries et presque toujours en grand nombre. Dans deux de ces vins seulement (vins de raisins secs de Saint-Gall et vin artificiel n° 1 de Zurich), les bactéries n'étaient accompagnées d'aucunes levures. Cependant, ces vins n'étaient pas troubles, ils n'avaient que l'opalescence assez

caractéristique que l'on voit rarement dans des vins naturels.

Il y a quelques années déjà, l'un de nous (1), dans un mémoire sur les vins de raisins secs, a rendu attentif au fait que ces vins se distinguent généralement par un résidu proportionnellement considérable de sucre et par une teneur élevée en acides volatils. Ce fait s'explique si l'on admet que pendant la fermentation les bactéries prennent peut-être le dessus sur les levures, de sorte que cette fermentation n'est pas aussi complète et qu'il se forme plus de produits accessoires que dans la fermentation alcoolique normale.

Il nous a été rapporté par des médecins que l'on constate assez souvent des affections de l'estomac chez des familles de paysans consommant souvent des vins artificiels ; on pourrait donc se demander si la richesse en microorganismes de ces vins fabriqués n'est pas susceptible, dans certaines circonstances, d'exercer une influence fâcheuse sur la santé du consommateur.

Pour le chimiste, une teneur élevée en bactéries ne constituera certainement pas encore un critérium certain du vin artificiel comparé au vin naturel ; cependant, cette constatation, jointe à la connaissance de l'âge, de la manière dont le vin a été traité, etc., pourra, dans bien des cas, être de quelque valeur quand il s'agira de porter un jugement sur un vin.

---

(1) *Zeitschrift für Analyt. Chemie.* XXIV, p. 559-561.

REVUES ET ANALYSES[1]

Dr Giacomo Tria. — **Sur la manière de se comporter du suc musculaire dans quelques infections** (*Giornale internazionale delle Scienze mediche*, XIII, p. 361).

On sait que, chez les animaux tuberculeux, le suc musculaire contient parfois le bacille de la tuberculose. Cependant ce fait ne se présente heureusement pas d'une façon générale. Ainsi, d'après une statistique que nous empruntons à l'intéressant ouvrage récemment publié par M. Arloing (*Les virus*, p. 148), dans quarante-deux séries d'expériences pratiquées avec le jus de viande de quarante-cinq bêtes tuberculeuses, sept auraient été suivies de tuberculisation. La rareté relative de l'infectiosité de la chair des animaux tuberculeux a engagé M. Tria à rechercher si ce fait n'aurait pas pour cause une action germicide du tissu musculaire comparable à celle qui a été constatée pour le sang et d'autres liquides de l'organisme.

Dans une première série d'expériences, l'auteur inocula différents animaux avec le bacille du charbon, le *Staph. pyogenes aureus* et le *M. tetragenus* et examina ensuite, après leur mort, en prenant de petits morceaux de poids égal dans les différents organes et dans le tissu musculaire, dans quelles parties on retrouve un plus grand nombre des microorganismes inoculés. Il résulte de ses recherches que, tandis que la rate, le foie et les reins contenaient toujours un nombre considérable et souvent même énorme de microorganismes, les muscles en contenaient beaucoup moins ou même point du tout. Les bactéries y parviennent d'autant plus facilement que l'injection a été plus abondante.

Dans une seconde série d'expériences M. Tria examina alors directement quelle est l'action bactéricide du suc musculaire sur le bacille typhique et le bacille du choléra, en inoculant ces bactéries dans du suc musculaire obtenu aseptiquement et en procédant à différents intervalles à des numérations. Ces recherches démontrèrent que le suc musculaire jouit de propriétés bactéricides absolument comparables à celles du sang ou du sérum. Celui du

(1) Les travaux qui rentrent dans le cadre des *Annales de micrographie* seront analysés au fur et à mesure de leur réception au bureau du journal

chien paraît être un peu plus actif que celui du lapin ou du cheval. De même que pour le sang, la destruction est d'autant moins complète que l'ensemencement a été plus abondant. Enfin la réaction légèrement acide du suc musculaire semble n'y être pour rien, car même après neutralisation le résultat était le même.

E. F.

Dr Gustave Wolff. — **Essai d'une explication de l'immunité acquise à l'égard des maladies infectieuses.** (*Centralblat für allgem. Pathologie u. pathol. Anatomie*, II, p. 449).

Trois grandes théories ont jusqu'ici été mises en avant pour expliquer le phénomène de l'immunité acquise, phénomène bien digne d'intérêt, en effet, car il est difficile d'imaginer quelque chose de plus curieux que le fait qu'une première atteinte d'une maladie confère l'immunité à son égard.

Une des premières auxquelles on a eu recours est celle de l'épuisement du terrain, reconnue aujourd'hui comme insuffisante, celle du phagocytisme, d'après laquelle l'immunité se produirait par le fait que les cellules, à la suite d'une première lutte, deviendraient plus aptes à repousser les attaques microbiennes, et enfin celle qui l'explique par des poisons bactériens, soit en admettant (théorie de la rétention) qu'une première atteinte laisse une certaine quantité de ces poisons dans l'organisme, suffisante pour s'opposer à une nouvelle invasion, soit que l'on admette que ces poisons soient fabriqués par les cellules et que celles-ci, dressées par une première atteinte, les fabriquent plus vite et plus énergiquement lors d'une seconde invasion.

M. Wolff qui, comme beaucoup de savants, n'est qu'à moitié satisfait de ces explications, cherche l'explication de l'immunité dans les cellules mêmes. Ce qui, selon lui, constitue l'infection est le fait que certaines cellules peuvent être attaquées par des microbes, donnés. Si de deux personnes l'une devient la proie d'un microbe tandis que l'autre reste indemne, c'est que chez la première le microbe trouve des cellules auxquelles il peut s'attaquer. Or, une première atteinte a pour résultat de détruire ces cellules et l'individu obtient par cela l'immunité, parce que, dans une nouvelle invasion, le microbe ne trouve pas d'éléments sur lesquels il puisse agir. Cette destruction ou affaiblissement pouvant avoir lieu non seulement par une action directe des microbes, mais aussi par l'action de leurs produits, on comprend que l'inoculation de ces derniers puisse aussi vacciner. L'immunité durerait aussi longtemps que l'organisme n'a pas reproduit un nombre suffisant de cellules prédisposées pour offrir un point d'attaque aux microbes. De même s'expliquerait aussi la vie latente des microbes infectieux, qui pourrait

cesser dès que les cellules en question se seraient reproduites. M. Wolff explique de la même manière la vaccination par des virus affaiblis. Ceux-ci n'agiraient que sur les cellules les plus disposées et détruiraient par cela les points d'attaque les plus dangereux. Un second vaccin plus fort ferait ensuite disparaître peu à peu toutes les cellules prédisposées. Le fait, également, que l'infection, si elle se produit chez une personne vaccinée par exemple avec le vaccin jennérien, est plus bénigne, s'expliquerait en admettant que, la vaccination ayant détruit les éléments les plus faibles, le virus trouve maintenant moins de points d'attaque et provoque pour ce motif des désordres moins sérieux.

Il y aurait bien quelques objections à faire à cette théorie, car si la vaccination et la maladie virulente ont toutes deux pour effet de détruire certaines cellules, pourquoi la mort survient-elle dans le second cas, tandis que dans le premier cette destruction n'est accompagnée que de symptômes bénins? Le microbe virulent produit donc encore d'autres effets que ceux particuliers à une catégorie spéciale de cellules. L'idée de l'auteur n'est toutefois pas dépourvue d'originalité et mérite certainement d'être étudiée.

E. F.

Th. Omeltschenko. — **De l'action des vapeurs des huiles éthérées sur les bacilles du typhus, de la tuberculose et du charbon** (*Centralblatt für Bakteriologie*, IX, p. 813).

L'action antiseptique des essences a déjà été établie par de nombreux expérimentateurs. Ce qui distingue le travail de M. Omeltschenko, c'est d'avoir mieux précisé le degré nécessaire de saturation de l'atmosphère pour tuer les microorganismes. Il y est arrivé en donnant à ses ballons de cultures une forme spéciale, permettant de les faire traverser par un courant d'air imprégné des vapeurs à étudier. Les cultures sur milieux solides restaient exposées à l'action des vapeurs pendant un certain temps et l'appareil destiné à saturer l'air était pesé avant et après l'expérience pour déterminer exactement la quantité d'essence évaporée. Connaissant, d'autre part, le volume d'air aspiré, on pouvait calculer la quantité d'essence contenue par litre d'air. Les résultats sont intéressants; ainsi, par exemple, le bacille typhique est tué par l'essence de cannelle et par l'essence de valériane en 45 minutes, mais il suffit pour la première de 0 gr. 0005 par litre d'air, tandis qu'il en faut 0,0082 de la seconde. Le bacille de la tuberculose est tué par les vapeurs de l'essence de cannelle en 23 heures, l'air en contenant 0 gr. 018 par litre, en 12 heures par l'essence de lavande, dont il faut 0 gr. 0078 par litre d'air et en 12 heures aussi par celle d'eucalyptus, mais seulement quand le degré de saturation est de 0 gr. 0252 par litre.

Voici les conclusions de l'auteur, résumant brièvement son travail, auquel nous renvoyons le lecteur pour de plus amples détails :

1° Les vapeurs des essences possèdent des propriétés désinfectantes considérables quand l'air qui en est saturé est constamment renouvelé. Quand le degré de saturation diminue peu à peu, les vapeurs détruisent, au début, les bactéries, et, dans la suite, elles ne font plus qu'empêcher leur croissance. Les essences expérimentées peuvent être classées comme suit d'après l'intensité de leurs propriétés désinfectantes : essence de cannelle, de fenouil, de lavande, de girofle, de thym, de menthe poivrée, d'anis, de myrthe, de menthe crépue, d'eucalyptus, de térébenthine. L'essence de citron et de roses exercent l'action désinfectante la moins marquée. La première, même l'air en étant très fortement saturé, ne peut qu'empêcher le développement des bactéries ;

2° Desséchés, les bacilles soumis aux vapeurs des essences sont tués plus difficilement que dans leur état normal ;

3° La résistance des spores charbonneuses à l'égard des vapeurs des essences est considérablement diminuée quand elles sont à l'état humide ;

4° Le protoplasme des bactéries subit des modifications dans sa composition chimique lorsqu'il est exposé aux vapeurs des essences, car il perd la propriété d'absorber les couleurs d'aniline. Cette propriété disparaît graduellement et inégalement dans les différentes parties d'un même bacille ;

5° Le signe de la mort des bacilles consiste dans la perte plus ou moins complète de la propriété d'absorber les couleurs d'aniline et quand ils prennent en même temps un aspect granuleux ;

6° Pour empêcher la croissance des spores charbonneuses, il suffit de quantités minimes de vapeurs d'essences ;

7° L'emploi des vapeurs d'essence dans la pratique a une base rationnelle ;

8° L'émulsion des essences diminue leurs propriétés volatiles ;

9° Lorsque l'air passe à la surface de l'essence ou y barbote, la volatilité de l'essence diminue peu à peu jusqu'à perte complète de cette propriété, bien qu'une notable quantité de l'essence reste encore en substance. Pour obtenir un degré de saturation constant de l'air, il est, par conséquent nécessaire de renouveler d'autant plus souvent l'essence que sa volatilité est plus faible et que l'on désire obtenir une saturation plus grande ;

10° La méthode d'examen des qualités antiseptiques des substances à l'état de vapeurs, consistant à faire passer une atmosphère saturée de ces vapeurs sur des cultures de bactéries, peut aussi être considérée comme la plus rationnelle pour des recherches sur les propriétés antiseptiques de substances gazeuses.

E. F.

Dr Friedrich Knauer. — **Sur un procédé permettant de nettoyer facilement les porte-objets et les couvre-objets** (*Centralblatt für Bacteriologie*, X, p. 8).

L'auteur se dit extrêmement satisfait du procédé suivant pour nettoyer les porte-objets et les couvre-objets, opération dont tous les micrographes connaissent et redoutent l'ennui.

Les objets en question que l'on veut nettoyer sont jetés dans un vase de terre ou émaillé contenant environ 1/2 litre d'une solution de lysol à 10 p. 100, que l'on tient sur sa table de travail. Quand il y en a 60-80, on place le vase dans l'appareil à stériliser à vapeur de Koch, ou bien sur le feu pendant une demi-heure. Après cela, sans laisser refroidir on fait couler de l'eau froide jusqu'à ce qu'il n'y ait plus que de l'eau tout à fait claire dans le vase. Il ne reste plus qu'à essuyer avec un linge propre et tendre, libre de graisse. Après cette opération les objets de verre sont comme neufs. L'avantage de cette méthode est de permettre une désinfection absolue et d'éviter l'emploi de substances corrosives, comme l'acide sulfurique.

E. F.

Dr. P. Walther. — **De l'action de l'élévation artificielle de la température sur la marche de l'infection produite par les diplococcus de la pneumomie** (*Archiv für Hygiene*,) XII, p. 329).

On sait que certaines bactéries se développent mal ou perdent leur virulence quand elles sont soumises à une température de 41-42°. Se basant sur ces faits, l'auteur a recherché si l'élévation artificielle de la température pouvait influencer la marche de l'infection produite chez les lapins par l'inoculation du diplococcus de la pneumonie de Fraenkel. Chez le lapin on obtient facilement une élévation de la température jusqu'à 41-42° en le tenant dans une caisse ou étuve chauffée à 36°. Il est prudent de ne pas dépasser 43°, car sans cela les animaux ne le supportent pas et meurent. L'étuve de M. Walther était toutefois petite et mal ventilée, ce qui l'obligeait à en sortir les animaux de temps à autre pour les laisser se remettre. Après cela, on les replaçait à l'étuve.

Des expériences de l'auteur il résulte que tant que les diplococcus sont encore localisés dans le voisinage du point d'inoculation, l'infection générale peut être enrayée par l'élévation artificielle de la température de l'animal à 41-42°. Cependant, dès que les animaux sont soustraits à l'action de cette température surélevée et tenus à celle de la chambre, les diplococcus commencent à se multiplier et à envahir l'organisme ; après 10-14 heures survient la fièvre, et la mort s'ensuit. Lorsqu'on a attendu que les diplococcus se soient

déjà multipliés et que la fièvre déterminée par l'infection s'est déjà montrée, on peut encore quelquefois, par l'élévation de la température, faire diminuer ou disparaître les symptômes morbides; l'infection reprend toutefois rapidement dès qu'on sort l'animal de l'étuve.

Nous avons dit que l'étuve employée par M. Walther n'était pas favorablement construite, aussi n'y laissait-il guère ses lapins que de 1 à 2 jours, et encore avec de courtes interruptions. On peut-donc espérer qu'avec des étuves mieux ventilées, comme celles, par exemple, employées depuis par M. Welch, qui a pu y maintenir ses animaux, sans inconvénients, à 40°,5-42° et même parfois 43° pendant 3 semaines consécutives, il sera possible d'amener peut-être une guérison parfaite et non seulement un retard dans l'évolution de la maladie. E. F.

Dr Okada, de Tokio. — **Sur un nouveau bacille pathogène trouvé dans la poussière** (*Centralbl. für Bakteriologie*, IX, p. 442).

L'auteur décrit un nouveau bacille pathogène qu'il a trouvé dans la poussière des planchers.

Sur plaques de gélatine tenues à la température de la chambre on voit, après deux à trois jours, de petits points blancs, très semblables aux colonies typhiques et à celles du bacille de la putréfaction d'Emmerich. Au faible grossissement, les colonies sont brun-claires, avec des bords arrondis et un peu dentelés. L'intérieur est granuleux. A la surface elles font saillie.

Dans les cultures par piqûre, il se produit le long de celle-ci une strie mince et blanchâtre; à la surface, la culture s'étend sous forme d'un enduit blanc comme du lait, mais qui n'atteint jamais les bords du tube. Dans les cultures en strie sur de la gélatine inclinée dans le tube, il se forme une belle colonie blanchâtre, dépassant un peu la gélatine et qui s'élargit un peu après 2-3 jours, mais qui n'envoie jamais de ramifications dans l'intérieur comme les bacilles de Brieger et d'Emmerich. La gélatine n'est jamais liquéfiée ; sur gélose la croissance est très rapide; elle se recouvre en 68 heures d'un enduit blanc comme du lait; l'eau de condensation se trouble et devient filante. Sur sérum de sang, les cultures sont brillantes, presque transparentes. Le bouillon est rapidement troublé et il s'y forme une pellicule.

Dans les cultures et dans les organes des animaux morts à la suite d'une inoculation, ce microorganisme se présente sous la forme de courts bâtonnets à bouts légèrement arrondis, à peu près deux fois aussi longs que larges, presque aussi longs que le *Bacillus murisepticus*, mais un peu plus épais que celui-ci. Ils sont isolés

ou réunis par deux. Dans toutes les cultures il donne aussi des filaments. Les couleurs d'aniline les colorent bien, mais ils ne supportent pas l'emploi du procédé de Gram. Ils ne sont pas mobiles et ne produisent pas de spores.

Ce bacille est pathogène pour les lapins, les cobayes et les souris. Inoculés dans une poche sous-cutanée ou par injections sous-cutanées de culture de bouillon (1/2 seringue de celle-ci ou deux anses de platine de culture sur agar ou gélatine pour les lapins et les cobayes, une anse de platine pour les souris) ils amènent la mort en 20 à 24 heures. A l'autopsie, on constate un fort gonflement des glandes lymphatiques, de l'œdème sous-cutané, injection des capillaires du tissu sous-cutané et des vaisceaux du mésentère, une grande augmentation du volume de la rate et une coloration grisâtre particulière des poumons. Les bacilles se retrouvent dans tous les organes.

Le microorganisme ressemble, à certains, égards, aux bacilles d'Emmerich et de Brieger, mais il ne croît pas sur la pomme de terre, ce que font ceux-ci.

E. F.

E. Klein. — **Sur un nouveau bacille de l'œdème malin** (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 186).

Dans le but d'obtenir une culture de l'œdème malin (vibrion septique de Pasteur), M. Klein avait, comme on le fait généralement, inoculé un peu de terre de jardin à un cobaye. L'animal périt en 36 heures, avec œdème prononcé de la région inguinale de l'abdomen et du thorax ; le liquide œdémateux contenait de petits bacilles mobiles, ressemblant assez aux bacilles de l'œdème malin, quoique se montrant surtout sous forme de cours bâtonnets. Ils étaient rares dans le sang du cœur et dans la rate. Leurs cultures, par contre, les distinguaient nettement du vibrion septique ; ils sont, en effet, aérobies et ne liquéfient jamais la gélatine sur laquelle ils croissent très bien.

Dans les cultures sur plaques, les colonies sont visibles déjà après 24 heures (à 20°) sous forme de très petits points gris et ronds. Après 48 heures, les colonies placées à la surface forment des plaques plates, grises et transparentes, à bords amincis et irréguliers ; après quelques jours elles ont atteint leur maximum de croissance, soit un diamètre de plusieurs millimètres. Les colonies dans la profondeur restent petites, rondes et grises. Inoculé en strie, ce microorganisme forme une bande grise, plate, à bords irréguliers et sèche ; inoculé par piqûre, il produit une ligne blanchâtre dans la piqûre que recouvre une plaque mince, plate, grise transparente et à bords dentelés. Sur gélose il se produit une bande gri-

sâtre et grasse. Le bouillon alcalin est fortement troublé, à 37°, en 24 heures ; dans la suite il se forme de nombreux flocons, mais point de pellicule à la surface. Le bouillon devient très alcalin. Sur pomme de terre les cultures ont une teinte jaunâtre. Dans la gélatine sucrée, inoculée à l'état liquide et refroidie ensuite, il se produit des bulles de gaz déjà après 24 heures dans les parties profondes de la gélatine.

Le liquide œdémateux, ainsi que les cultures de ce bacille, sont très virulentes pour les cobayes, les lapins et les souris blanches (1 goutte du premier liquide et 1/4-1/2 centimètre cube de culture dans le bouillon). Au bout de 12 heures, les animaux sont déjà très malades et ils meurent en moins de 24 heures. Quand on inocule les cobayes avec de moindres quantités de culture, la mort est retardée de 2 à 3 jours. Avec une ou deux gouttes de bouillon de culture, on produit un œdème au point d'inoculation, qui devient dur et disparaît quand l'animal ne meurt pas en 10 — 15 jours.

Dans le liquide de l'œdème chez le cobaye, les bacilles ont une longueur moyenne de 1,6 - 2, 4 μ; les plus courts ont 0,8 - 1,2 μ, les plus longs jusqu'à 24 μ de longueur. Leur largeur est de 0,7 μ. Dans le bouillon et dans l'agar, leur longueur est plus uniforme, de 1,6 - 2,4 μ, et leur largeur de 0,7 μ. Dans la gélatine ils sont d'habitude plus courts, 0,8 μ.

Ces bacilles ne donnent pas de spores et sont tués quand on les dessèche et qu'on les chauffe à 70°. Dans la goutte pendante on en voit de très mobiles, d'autres le sont moins et beaucoup aussi ne sont doués que du mouvement brownien. Ils prennent bien les couleurs d'aniline, mais ne se colorent pas d'après le procédé de Gram.

Dans la même terre qui contenait ce bacille, M. Klein trouva également le véritable bacille de l'œdème malin. Pour cela, il lui suffit de la chauffer dans de l'eau salée stérilisée à 75° pendant quelques minutes, température qui tue le bacille en question, mais à laquelle résistent les spores du bacille de l'œdème malin. Cette terre ainsi chauffée produisit, chez les cobayes auxquels on l'inocula, l'œdème malin classique.

E. F.

Dr Hugo Laser. — **Sur la manière de se comporter des bacilles du typhus, du choléra et de la tuberculose dans le beurre** (*Zeitschrift für Hygiene*, X, p. 513).

Différents auteurs déjà ont cherché à déterminer par des expériences la durée de la vie de diverses bactéries pathogènes dans le beurre. Ainsi, M. Heim y a trouvé le bacille-virgule vivant encore jusqu'au 32e jour, et le bacille typhique encore après 3 semaines.

Pour le bacille de la tuberculose la limite extrême avait été 30 jours. M. Gasperini dont nos lecteurs connaissent les expériences (v. ces *Annales*, tome II, p. 387), avait trouvé ce dernier vivant encore après le 120e jour. Ces résultats ne concordant pas avec les résultats obtenus par M. Fraenkel, résultats que ce savant avait communiqués à M. Laser, ce dernier reprit ces expériences en vue d'arriver à trancher cette question d'une manière décisive. Dans ses expériences M. Laser prenait 3 cultures fraîches sur gélose des bacilles en question en faisait une émulsion dans la solution salée physiologique stérilisée, la filtrait et la mélangeait avec du beurre, ainsi qu'avec les parties constituantes du beurre, la graisse et la caséine. Pour séparer ces dernières, l'auteur plaçait un peu de beurre dans une petite bouteille stérilisée à l'étuve pour 24 heures et versait alors la graisse et la caséine dans des récipients différents. Des plaques de gélatine étaient faites de suite après le mélange, plaques qui accusèrent toujours un très grand nombre de colonies des bactéries ensemencées, et ensuite, à des intervalles réguliers. Il résulte de ces expériences, qu'après 7 jours on ne trouve plus de colonies typhiques sur aucune des plaques. Elles disparaissent d'abord de la caséine (5 jours), puis du beurre (6 jours) et en dernier lieu de la graisse (7 jours). Le bacille cholérique n'est plus retrouvé vivant dans la graisse après 4 jours, dans le beurre et dans la caséine après 5 jours. M. Heim avait ensemencé dans ses expériences des émulsions de cultures dans de l'huile d'olive. Pensant que l'huile avait pu protéger les bactéries contre l'action du beurre, M. Laser fit une seconde série d'expériences en se servant du même dispositif que M. Heim. Cette fois encore les bactéries ensemencées disparurent avec rapidité ; le bacille typhique en 7 jours (beurre) et 5 jours (caséine) ; le bacille du choléra en 5 jours (graisse) et 8 jours (beurre et caséine). Il paraît donc difficile d'expliquer les divergences dans les résultats obtenus par ces deux expérimentateurs. Peut-être tiennent-elles à des différences dans la résistance des cultures employées.

Pour ce qui est du bacille de la tuberculose dont la présence était constatée par le résultat des inoculations d'un centimètre cube de beurre fondu à des cobayes, l'auteur trouva ce microbe encore vivant et virulent après un séjour de 6 jours dans le beurre, bien qu'alors déjà il paraissait avoir diminué de nombre. Le 12e jour il ne put plus y retrouver de bacilles vivants.

Il résulterait de ces expériences que ces 3 bactéries pathogènes pourraient rester vivantes environ pendant 8 jours dans le beurre et que pendant ce temps cet aliment peut donc leur servir de véhicule. C'est fort malheureux, car il n'est pas à prévoir que le consommateur attendra 8 jours avant de manger son beurre.

E. F.

Dr G. Gabritschewsky. — **Contribution à la question de l'immunité et de la guérison des maladies infectieuses** (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 151).

Nous avons précédemment relaté les expériences de M. Emmerich sur l'immunité à l'égard du rouget des porcs et sur la guérison de cette maladie (v. ces *Annales*, tome IV, p. 99). M. Gabritschewsky a appliqué les mêmes méthodes à la maladie charbonneuse et s'est posé, en particulier, les deux questions suivantes :

1° Est-il possible de rendre les animaux réfractaires par l'inoculation répétée de cultures charbonneuses virulentes fortement diluées?

2° Le sang et le suc des animaux rendus artificiellement réfractaires peut-il, quand on l'injecte sous la peau, conférer l'immunité aux animaux sensibles au charbon?

Relativement à la première question, la réponse de l'auteur est négative. En effet, même en diluant les cultures, à 1 /10,000, les lapins inoculés avec 0,5 grammes, quantité équivalant, d'après ses numérations, à une dizaine de bacilles, meurent encore du charbon. Les cobayes et les souris sont encore plus sensibles. Un seul bacille virulent suffit pour amener leur mort.

En ce qui concerne la seconde question, on sait que MM. Ogata et Iasuhara (v. ces *Annales*, tome IV, p. 265) avaient réussi à conférer l'immunité à des souris par l'injection de quelques gouttes de sang d'un animal réfractaire. L'auteur répéta ces expériences en se servant du sang de chiens et de lapins vaccinés. Le suc et le sang devant servir de vaccin étaient préparés d'après la méthode de M. Emmerich. Mais les résultats furent constamment négatifs et toutes les souris vaccinées d'après le procédé de M. Ogata et inoculées ensuite avec des bacilles charbonneux succombèrent. M. Gabritschewsky attribua d'abord cette différence dans les résultats à une moindre virulence des cultures employées par M. Ogata. Il répéta alors ses expériences en se servant du second vaccin Pasteur pour inoculer les souris vaccinées avec le sang d'animaux réfractaires. Encore cette fois elles succombèrent toutes. Quelle est la cause de cette divergence? C'est ce qu'il est impossible de dire actuellement. En tout cas, les résultats de M. Gabritschewsky sont de nature à diminuer les espérances que l'on avait pu fonder sur les expériences des deux auteurs japonnais.

E. F.

Dr Pierre Netschajeff. — De l'importance des leucocytes dans l'infection de l'organisme par les bactéries (*Virchow's Archiv.*, vol. 125, p. 415).

L'auteur expose dans ce mémoire les résultats d'un grand nombre d'expériences faites sur différentes espèces d'animaux en vue de vérifier les idées soutenues par M. Metschnikoff au sujet du rôle des phagocytes dans la lutte de l'organisme contre les bactéries. En général, il se servait de petites éponges imbibées de cultures de divers microbes qui étaient introduites sous la peau des animaux et dont on examinait le contenu à des intervalles divers. Souvent aussi M. Netschajeff colorait les bactéries, avant de les introduire sous la peau par l'adjonction de quelques gouttes d'une solution liquide de bleu de méthylène à 1 p. 100. Les bactéries ne perdent rien de leur vitalité, paraît-il, par ce procédé, ce qui permet de les étudier à l'état vivant dans leurs rapports avec les leucocytes, tandis que quand on colore seulement sur les préparations passées à la flamme, on ne sait pas si les altérations observées ne sont pas le fait du mode de préparation. Dans d'autres expériences, l'auteur injectait les bactéries dans le torrent circulatoire et pratiquait ensuite des ligatures sur des portions d'artères. Pour le détail des résultats nous renvoyons le lecteur à l'intéressant travail de l'auteur et nous nous bornons à transcrire ici ses conclusions.

1° L'englobement des bactéries par les leucocytes est un fait indiscutable;

2° Les méthodes employées jusqu'ici pour reconnaître les altérations des bactéries englobées par les leucocytes ne peuvent pas donner pas de résultats exacts et scientifiques;

3° Les observations faites sur des objets vivants méritent indiscutablement la préférence;

4° Les bactéries colorées vivantes par le bleu de méthylène ne perdent pas leurs fonctions vitales et peuvent se développer ultérieurement;

5° Les bactéries introduites colorées dans l'organisme des animaux à sang froid se décolorent et se résolvent dans l'intérieur des leucocytes en fines granulations;

6° Cette destruction peut aussi atteindre, tant chez les animaux à sang froid que chez ceux à sang chaud, les bactéries qui se trouvent hors des leucocytes;

7° La destruction des bactéries dans l'organisme se fait plus rapidement dans les leucocytes qu'en dehors de ceux-ci;

8° Dans l'explication de l'immunité les conditions chimiques (des cellules et des sucs) jouent le rôle principal, et l'organisme se présente, abstraction faite des autres conditions, comme un milieu favorable ou défavorable pour le développement des bactéries.

E. F.

Dr Bordoni-Uffreduzzi. — Sur la résistance du virus de la pneumonie dans les crachats (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 305)

Les auteurs qui se sont occupés jusqu'ici du pneumocoque de Fraenkel ont aussi étudié sa résistance à la dessication, mais ils se sont, en général, bornés à expérimenter sur des cultures ou sur du sang contenant ce microorganisme. Or, on sait que le diplocoque de Fraenkel, cultivé sur des terrains de culture artificiels, perd rapidement sa virulence et sa vitalité. Les résultats obtenus, qui d'ailleurs, sont peu concordants, ne sont guère applicables à la pratique, où il s'agit de connaître combien de temps des *sputa* pneumoniques peuvent garder leur virulence. C'est cette lacune que le travail de M. Bordoni-Uffreduzzi vient combler.

Les crachats, contenant des microbes pneumoniques virulents, étaient répartis par petits tas sur des morceaux de toile. On les laissait sécher dans la chambre, soit exposés à la lumière diffuse, soit à celle du soleil (mai et juin), et à des intervalles variés des lapins étaient inoculés avec de l'eau stérilisée dans laquelle on triturait des parcelles de ces crachats desséchés.

Dans une première série d'expériences (lumière diffuse), les lapins inoculés après 2, 5, 7, 8 et 19 jours moururent de la septicémie caractéristique causée par ce diplocoque. Un lapin inoculé le 25e jour résista. Dans une seconde série, les lapins inoculés après 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50 et 55 jours furent encore tués par le diplocoque desséché. Ceux inoculés après 60, 65 et 70 jours restèrent en vie. Dans une troisième série (lumière du soleil), les animaux inoculés avec les matières desséchés pendant 1, 2, 6, 9 et 12 heures moururent; le dernier cependant ne mourut qu'après 8 jours, ce qui indique une atténuation du virus.

De ces expériences, il résulte que le virus pneumonique contenu dans les crachats est doué d'une notable résistance tenant probablement à ce que les microbes sont protégés, dans les *sputa*, par les matières albuminoïdes qui les entourent. C'est ainsi, aussi, que M. Bordoni-Uffreduzzi explique leur résistance plus grande dans le sang, constatée par différents auteurs, que dans les cultures. Ces expériences montrent la nécessité d'une désinfection parfaite des locaux ayant été habités par des pneumoniques.

E. F.

Dr E. Cramer. — La cause de la résistance des spores à la chaleur sèche (*Archiv. für Hygiène*, XIII, p. 71).

On ne connaît pas encore bien la cause de la résistance particulière qu'offrent en général les spores à la chaleur sèche. Il est difficile d'admettre qu'une spore formée dans le corps d'un bacille ait un

protoplasme d'une nature autre que celui dont est composé ce bacille, protoplasme qui serait par exemple de la nature de celui du bacille thermophile de M. Miquel et d'autres microorganismes supportant un degré de chaleur fatal au protoplasme des bactéries ordinaires. L'existence d'une membrane résistante n'explique pas non plus le phénomène ; elle n'explique, en effet, que la résistance à la pénétration d'agents chimiques, mais comme on ne peut guère lui supposer de différences dans sa nature chimique avec la substance même de la spore, il ne semble pas probable qu'elle puisse être un plus mauvais conducteur de la chaleur. M. Cramer a examiné si cette différence dans la résistance à la chaleur ne proviendrait pas d'une différence dans la teneur en eau, hypothèse qui serait appuyée par la différence dans la manière de se comporter des spores à l'égard de la chaleur sèche et de la chaleur humide. Il commença, pour cela, par déterminer le résidu sec et les cendres chez des bactéries. Il résulta, en premier lieu, de ces recherches que la teneur en eau et en cendres des bactéries varie d'après les conditions dans lesquelles se fait la culture. Une température élevée la diminue ; elle augmente avec la concentration du terrain de culture. Pour rechercher si les spores présentent des différences à cet égard, il n'était pas facile de se servir de bactéries, attendu qu'il eût été difficile de séparer les spores. M. Cramer eut, par conséquent, recours à des moisissures, dont les spores, par exemple celles du *penicillium glaucum*, peuvent facilement être récoltées avec un pinceau. En moyenne il trouva pour les spores 61,13 p. 100 de résidu sec, tandis que le mycélium n'en donnait que 12,36 p. 100. Le protoplasme de la spore paraît donc être excessivement concentré ; en même temps leur teneur en eau, ainsi que le démontrent des expériences comparatives faites avec des corps très hygroscopiques, tels que les laminaires et le poil de chien, expériences desquelles il résulte que les spores des moisissures sont les substances les plus hygroscopiques connues, paraît provenir uniquement de leur état hygroscopique. Il s'ensuit qu'à l'air sec cette eau se vaporise rapidement et qu'il ne reste dans la spore que de l'albumine pure, dénuée d'eau. C'est à cela que les spores devraient leur résistance à la chaleur sèche.

E. F.

Franz Lafar. — Études bactériologiques sur le beurre (*Archiv. für Hygiene*, XIII, p. 1).

Nous ne savons encore que fort peu de choses des bactéries du beurre. MM. Heim, Laser et Gasperini ont bien recherché quelle était la durée de la vie de certaines bactéries pathogènes dans cet aliment. M. Krueger s'est occupé de la flore bactériologique présentée par un beurre malade, et M. Weigmann, de Kiel, est par-

venu, en ensemençant de la crème avec certaines bactéries, à donner au beurre des arômes particuliers. Toutefois, aucunes recherches quantitatives ne semblent avoir été effectuées jusqu'ici au sujet des microorganismes qui peuplent habituellement le beurre. C'est cette lacune que l'auteur a voulu combler, en recherchant, en outre, par quels procédés leur nombre pourrait être diminué.

Pour effectuer ses numérations, M. Lafar se servait de plaques de gélatine qu'il ensemençait non pas directement avec le beurre — on obtiendrait ainsi des plaques beaucoup trop chargées de colonies, — mais avec des quantités variables d'une émulsion de 0,15-0,3 grammes de beurre dans 100 centimètres cubes d'eau stérilisée. L'expérience a montré à M. Lafar qu'il était utile de faire chaque fois plusieurs plaques avec 0,01-0,9 centimètres cubes de cette émulsion. Dans le nombre, il y a toujours alors quelques plaques dont les colonies se laissent aisément compter. On constate d'abord une notable différence suivant que l'on examine les parties de l'intérieur, ou celles de la surface; ainsi, dans une expérience, l'auteur trouva dans 1 gramme de beurre recueilli à la surface 47,250,000 bactéries, tandis qu'un morceau pris dans l'intérieur n'en contenait que 2,465,555. Aussi eut-il toujours le soin d'enlever avec un couteau stérilisé une couche de 1 centimètre d'épaisseur environ avant de recueillir les échantillons destinés à l'analyse. Dans la plupart de ceux-ci, il trouva de 10-20 millions de bactéries par gramme (minimum: 6,700,111, — maximum: 25,637,681). Ces chiffres peuvent paraître énormes, mais ils concordent bien avec ceux que j'ai moi-même trouvés dans les fromages de l'Emmenthal, dont 1 gramme contient aussi toujours plusieurs millions de bactéries. Les chiffres que j'avais trouvés étaient, en général, beaucoup plus élevés que ceux donnés par M. Adametz dans ses recherches sur la maturation du fromage, et je m'étais, au début, quelquefois demandé s'il n'y avait pas dans mes résultats des exagérations dues aux procédés employés. Je suis heureux de voir maintenant qu'un autre expérimentateur obtient des chiffres très semblables pour un *substratum* analogue.

On pourrait croire que, le beurre étant fait avec du lait, on doive y retrouver tous les microbes que ce dernier héberge généralement, et tous ceux qui ont eu l'occasion de faire une analyse bactériologique de lait savent qu'ils sont nombreux. D'autre part, il ne faut pas oublier que, par sa fabrication, le beurre devient un tout autre terrain de culture et, *a priori*, il semble admissible que ce terrain favorise l'éclosion de certains microbes aux dépens des autres. C'est, en effet, ce qui paraît être le cas d'après les recherches de M. Lafar, qui trouva constamment dans le beurre deux espèces distinctes qu'il appelle le *Bacterium butyri colloideum* et le *Bacillus butyri fluorescens*. Il y trouva encore fréquemment des levûres, le *Bacillus acidi lactici* de Hueppe et quelquefois le *Bacterium aerogenes lac-*

tis Escherich. Il ne s'occupa, par contre, pas des bactéries qui ne furent rencontrées qu'une ou deux fois. Dans aucun cas il ne trouva de moisissures.

Le *Bacterium butyri colloideum* a été ainsi nommé par M. Lafar en raison de l'apparence visqueuse de ses colonies. Il a souvent la forme d'un micrococcus de 0,5 μ de diamètre, mais on le rencontre aussi, surtout dans les cultures sur pomme de terre, sous forme de bactérium, long de 0,8 μ et large de 0,5 μ. Il se colore bien avec la fuschine de Ziehl (acide carbolique) et le violet de gentiane dans l'eau d'aniline, mais moins bien avec le bleu de méthylène. Inoculé par piqûre, il se développe peu à la surface de la gélatine, mais surtout dans la piqûre. Il ne liquéfie pas la gélatine.

Sur les plaques on voit après 50 heures à 24° de petits points blancs à la surface qui dans la suite, poussent beaucoup plus en hauteur qu'en largeur. Il se produit ainsi une petite hémisphère, dont la surface n'est pas lisse, mais plissée. Plus tard, la colonie gagne en largeur d'une façon concentrique, et forme un disque parfaitement rond. Les colonies finissent par se rejoindre et recouvrir toute la gélatine d'un enduit visqueux et homogène d'environ 0,5 millimètres d'épaisseur. Vues au faible grossissement, les colonies superficielles sont jaune brun et granuleuses; leur centre est plus foncé. Sur gélose, ce microorganisme donne un enduit blanchâtre qui n'a rien de caractéristique. Ses cultures sur pomme de terre rappellent beaucoup celles du bacille typhique. Il supporte bien une réaction acide du milieu et croît aussi à l'abri de l'air.

Le *Bacillus butyri fluorescens* croît très rapidement sur les plaques de gélatine, et ses colonies ressemblent beaucoup à celles du *Bacillus subtilis*. Déjà après 30 heures, on observe un petit point grisâtre qui devient le centre d'une colonie grandissant rapidement et fluidifiant la gélatine. Le noyau central devient opaque et s'enfonce, ce qui donne à la colonie la forme d'un entonnoir. Après 2 1/2 jours, ce noyau commence à se dissoudre ; la colonie prend un aspect verdâtre et se recouvre des fragments du noyau. Les bords sont granuleux et finement striés. Les colonies situées dans l'intérieur ont, éclairées par en bas, une couleur distinctement verdâtre. Ce bacille, cultivé sur gélatine, est long de 1 μ et large de 0,5 μ. Ses bouts sont arrondis. Sur pomme de terre la longueur atteint 2 à 3,5 μ. Les formes involutives se produisent rapidement. Inoculé par piqûre dans de la gélatine il forme très vite un entonnoir dont le contenu devient verdâtre et fluorescent après 4 à 5 jours. Quand toute la gélatine est liquéfiée, il se produit un dépôt, au-dessus duquel la partie liquide reste claire, mais d'un vert très fluorescent. Sur pomme de terre, ce bacille donne un gazon épais, visqueux, rouge brun ; sur gélose, ses cultures sont blanches. Il croît également à l'abri de l'air et supporte mal une réaction trop acide du milieu. Il prend bien les couleurs d'aniline.

M. Lafar rechercha aussi quelle est l'action du froid sur les bactéries du beurre. Il constata qu'une exposition de ce produit pendant 15 jours à une température moyenne de — 9° n'abaisse le chiffre des bactéries que d'un tiers. Au début, il y eut même une augmentation de 15 p. 100. Comme dans ces expériences la température avait toutefois varié de 1° à — 15°, l'auteur exposa du beurre à une température constante de 0° pendant 37 jours. Dans ces conditions, le nombre initial des bactéries baissa rapidement (de 25,637,681 à 3,500,558 du 19 au 24 janvier), mais se maintint alors à ce niveau pendant le reste de la durée de l'expérience.

Lorsqu'on abandonne le beurre à la température de la chambre, le nombre des bactéries augmente rapidement (6,700,111 le 30 déc. et 35,215,053 le 9 janvier), mais diminue ensuite à mesure que la rancidité du beurre augmente. A 35°, la rancidité et, avec elle, la diminution du chiffre des bactéries se produisent encore plus vite (en 4 jours). On comprend, toutefois, facilement que ce moyen d'abaisser le chiffre des microbes du beurre ne soit pas applicable dans la pratique.

Lorsqu'on ajoute du sel (stérilisé) au beurre et qu'on laisse en même temps agir le froid, le nombre des bactéries diminue sensiblement, mais même l'adjonction de 10 p. 100 de sel ne parvient pas à les tuer toutes. De 25,637,681, les bactéries tombent, dans ce dernier cas, à 215,749. L'adjonction de 1 p. 100 de sel donne à peu près le même résultat. Ceci, au premier abord, semble difficile à expliquer, mais provient du fait que, dans le beurre ainsi traité, on ne trouve plus que des colonies du *Bacillus butyri colloideum,* qui, comme le démontre M. Lafar, ne craint pas l'adjonction du sel dans ses milieux de culture même à la dosé de 10 p. 100. A partir d'une certaine dose (environ 1/2 à 1 p. 100), le sel empèche donc le développement des autres bactéries, sauf celui du *Bacterium butyri colloideum*, qui continue à croître aussi bien sur les plaques chargées de 1 p. 100 que sur celles chargées de 10 p. 100 de sel.

Dans du beurre artificiel l'auteur ne trouva que 847,059 microorganismes par gramme, composés de moisissures, de levures et d'un bactérium ne liquéfiant pas la gélatine. La flore de ce beurre est donc tout autre que celle du beurre naturel. Ici aussi le froid et le sel réunis diminuent le chiffre des bactéries, mais sont cependant loin de pouvoir les éliminer complètement.

E. F.

Dr H. Moeller. — Sur une nouvelle méthode de coloration des spores (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 273).

L'auteur décrit une méthode pour colorer les spores qui donnerait de meilleurs résultats que les procédés jusqu'ici employés

(chauffage des spores à l'état sec en passant le couvre-objet plusieurs fois dans la flamme ou chauffage dans le liquide colorant pendant 1 heure). Pour obtenir ce but M. Moeller a eu l'idée de recourir à des substances usitées en histologie botanique pour les macérations (eau de javelle, eau de chlore, acide chromique, etc.). Après différents essais,il s'est arrêté à l'acide chromique. Voici le détail de son procédé :

On laisse sécher à l'air la préparation sur le couvre-objet, on la passe 3 fois par la flamme ou bien on la plonge 2 minutes dans l'alcool absolu, ensuite on la met 2 minutes dans du chloroforme (pour dissoudre les goutelettes de graisse, de lécithine ou de cholestérine qui, d'après l'expérience de l'auteur, existent chez certaines bactéries et peuvent, en se colorant, simuler des spores), et on lave à l'eau. Les couvre-objets sont alors plongés pendant 1/2-2 minutes dans de l'acide chromique à 5 0/0, puis lavés à l'eau, recouverts de quelques gouttes de la solution phéniquée de fuchsine (M. Moeller emploie la solution phéniquée de 5 0/0 sans adjonction d'alcool comme d'après la méthode de Ziehl - Neelsen) et chauffés 60 secondes au-dessus de la flamme de manière à ce que la solution colorante bouille une fois. On laisse égoutter la fucshine et on met le couvre-objet dans de l'acide sulfuriqne à 5 0/0 jusqu'à décoloration, puis on lave à l'eau. Finalement on colore encore pendant 30 secondes dans une solution aqueuse de bleu de méthylène ou de vert de malachite. Les spores sont alors colorées en rouge foncé et le corps des bacilles en bleu ou en vert. Le temps nécessaire pendant lequel il faut laisser agir l'acide chromique varie suivant les espèces bactériennes; quelques essais préliminaires montrent vite si 30 secondes suffisent ou s'il faut 1 à 2 minutes. M. Moeller a même trouvé un bacille de la pomme de terre dont les spores n'étaient bien colorées que quand elles avaient été placées pendant 5 minutes dans la solution d'acide chromique, d'autres l'étaient déjà après 5 secondes.

E. F.

Dr S. Czapski. — **Les limites probables du pouvoir du microscope.** (*Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie und für mikroskopische Technik,* VIII, p. 145).

Les perfectionnements possibles du microscope intéressent au plus haut point les bactériologistes, car des progrès que réaliseront les opticiens dépendent une bonne part des découvertes futures de la micrographie. Ainsi, l'introduction des lentilles à immersion homogène de l'appareil d'éclairage d'Abbe, etc., ont largement contribué au succès récents des études bactériologiques. Dans son intéressant travail, l'auteur examine quelles sont les limites pro-

bables des perfectionnements que l'on peut, dans l'état actuel de nos connaissances, espérer pour le microscope.

On connaît la formule fondamentale qui donne la puissance réelle du microscope. C'est quand on emploie la lumière centrale $\delta = \frac{\lambda}{\alpha}$ dans laquelle δ représente le plus petit intervalle d'une structure régulière que l'on puisse résoudre à l'aide d'un objectif optiquement parfait, λ la longueur d'onde (dans le vide) de la lumière employée, et α l'ouverture du système. Cette formule est conforme, tant à la théorie d'Abbe qu'à celle de Helmholtz. Un progrès dans le pouvoir du microscope est mesuré en général par la petitesse des éléments d'une structure qui peuvent être distingués. Le chiffre δ qui, dans la formule, représente ce pouvoir étant le quotient de deux grandeurs, on ne peut arriver à le diminuer que par deux moyens, soit en rendant α plus grand, soit en rendant λ plus petit.

Le premier moyen, soit l'augmentation de l'angle d'ouverture, est celui auquel on a eu recours jusqu'ici. Son emploi a malheureusement des limites qu'on ne peut dépasser. On sait, en effet que $\alpha = n \sin u$, formule dans laquelle n représente l'indice de réfraction du médium devant la lentille frontale de l'objectif et u l'angle que forme avec l'axe de la lentille le rayon extrême qui peut y pénétrer. Cet angle ne peut, pour des motifs d'ordre géométrique, en aucun cas dépasser à peu près 65°; car, il doit dans tous les cas rester un certain intervalle, quelque petit qu'il soit, entre l'objet et l'objectif, et cela tant pour le placement d'un couvre-objet que pour la mise à point. Il en résulte que sin u ne peut guère s'élever au-dessus de 0,95. Il ne reste donc plus d'autre moyen que d'augmenter la valeur de n, l'indice de réfraction du médium placé devant l'objectif. C'est ce qui a conduit au principe de l'immersion. Pour que l'immersion produise tout l'effet voulu, il faut encore qu'il n'y ait, entre l'objet et le médium d'immersion aucune couche, quelque mince qu'elle soit, dont l'indice soit inférieur à celui du médium. Or, la plupart des travaux micrographiques exigent un couvre-objet; l'indice de réfraction de ceux dont on se sert habituellement est de 1,52 à 1,53 et ils ne peuvent être employés que pour autant que l'ouverture de l'objectif n'aille pas au-delà de 1,45 environ. Pour obvier à cet inconvénient, M. Zeiss a, il est vrai, fait construire des couvre-objets en verre spécial dont l'indice peut aller jusqu'à 2,00, ce qui lui a permis de construire un superbe objectif de 1,60 d'ouverture, avec immersion dans un médium possédant un indice de réfraction au moins aussi élevé (monobromure de naphtaline). Le prix élevé de ces couvre-objets et du médium restreindra toutefois leur emploi.

Un second moyen de diminuer le quotient $\frac{\lambda}{\alpha}$ qui représente le pouvoir de l'objectif, consiste à rendre plus petit λ qui représente la

longueur d'onde de la lumière dont on se sert pour l'observation. Lorsqu'on observe avec la lumière ordinaire du jour (lumière réfléchie des nuages blancs), un grand nombre de longueurs d'onde différentes agissent immédiatement, à savoir toutes celles du spectre visible. Mais, l'énergie absolue des rayons solaires n'est pas la même dans toutes les parties du spectre, et, d'autre part, l'œil n'est pas également sensible à toutes les couleurs. Il en résulte que l'intensité de l'impression que produit la lumière blanche du jour varie selon la longueur d'onde, d'après une loi qui peut se représenter par une courbe ondulée dont le maximum de hauteur se trouve à $\lambda = 0{,}55\ \mu$. Les rayons de cette longueur d'onde masquent par conséquent l'impression produite par les rayons d'une longueur d'onde plus petite. Si, par contre, on arrive à supprimer ces rayons d'une longueur d'onde de $0{,}55\ \mu$, les rayons plus courts pourront, notamment en employant des sources lumineuses assez intenses, devenir actifs. Or, l'œil étant encore suffisamment sensible pour les rayons ayant une longueur d'onde de 0,44, on obtiendra par une réduction de la longueur d'onde de 0,55 à 0,44 le même effet optique final, que si l'on élevait l'ouverture d'un objectif de 1,40 à 1,75. Comme on le voit, un progrès sensible peut être réalisé de ce côté, dont la photographie sera, en premier lieu, appelée à profiter. M. Helmholz avait, le premier, établi que la photographie était un moyen d'élever la puissance résolutive du microscope ; mais, avec les anciens objectifs achromatiques, l'avantage n'était pas grand, car l'objectif corrigé pour les rayons d'une longueur d'onde de 0,55 donnait de mauvaises images avec la lumière de 0,44. Les objectifs dits apochromatiques constituèrent un grand progrès en ce que, dans ces objectifs, les images données par les diverses longueurs d'onde du spectre jusqu'au violet compris, coïncident, pour la pratique, absolument en lieu et en grandeur. D'après M. Czapski, toutefois, on ne peut espérer le maximum de pouvoir résolvant que par l'emploi des rayons de faible longueur, *tous les autres rayons étant exclus*. Les cas dans lesquels la photographie par l'objectif pourra présenter des avantages sur la vision directe, dépendra des deux circonstances suivantes :

1° Que l'objectif soit corrigé de façon que l'image à obtenir par les rayons courts $\lambda = x$ soit nette par elle-même et coïncide localement avec le point où elle est ainsi pour l'œil, sinon on ne pourra pas la mettre au point;

2° En second lieu il faut que la lumière des courts rayons désirés devienne photographiquement active. Pour cela il y a quatre conditions à remplir : *a*) les rayons de la source lumineuse doivent avoir des ondes de la petitesse désirée et avoir une intensité suffisante ; *b*) les rayons correspondants aux ondes plus longues doivent être arrêtés par des filtres ne diminuant pas trop l'intensité des rayons courts ; *c*) la plaque photographique doit être suffisamment

sensible pour la lumière employée ; *d*) tous les milieux entre la source lumineuse et les plaques photographiques doivent laisser passer les rayons courts en question. Cette dernière condition marquerait les dernières limites que l'on pourrait atteindre. D'après les travaux de MM. Cornu et Schumann qui se sont occupés de la photographie de la partie ultra-violette du spectre, les rayons d'une longueur d'onde de 0,35 seraient l'extrême limite que l'on puisse espérer. Ceci équivaudrait cependant déjà à une élévation de l'angle d'ouverture de 1,40 à 2,20.

E. F.

Dr E. Bunzl Federn. — Recherches sur quelques maladies épizootiques du porc. (*Archiv für Hygiene*, XII, p. 198 *et Centralblatt für Bakteriol.*, IX, p. 787).

Dr G. Caneva. — Sur les bactéries de la septicémie hémorrhagique (Hueppe) du Hogcholera (Salmon) Swineplague (Billings), Swinepest (Selander), peste bovine américaine (Billings), peste des buffles (Oreste-Armanni), peste porcine de Marseille (Jobert, Rietsch), maladie des furets (Eberth). (*Centralblat für Bakteriologie* IX, p. 557.)

Il existe tout un groupe de maladies analogues, que cite le titre du second mémoire que nous mentionnons, dont l'étiologie, en ce qui concerne l'identité ou la différence des microorganismes très semblables qui les causent, — il s'agit d'un bactérium — était jusqu'ici fort obscure, et il était difficile pour les bactériologistes de se retrouver parmi toutes les bactéries décrites par les différents auteurs ayant étudié ces nombreuses épizooties. Aussi peut-on être reconnaissant à MM. Bunzl-Federn et Caneva d'avoir apporté un peu d'ordre dans ce chaos.

M. Bunzl-Federn s'est principalement attaché à différencier ces différents microorganismes par des cultures dans le lait et sur pomme de terre. Toutes ces dernières se firent sur pomme de terre d'une seule et même espèce ; c'est là, disons-le en passant, un point important, car selon la nature de la pomme de terre, les cultures peuvent varier beaucoup.

Le rouget des porcs dont le microbe a été bien défini par les études de MM. Pasteur et Loeffler, n'entrait pas dans le cadre des recherches de M. Bunzl-Federn. Il s'est occupé en premier lieu de la « Schweineseuche » ou septicémie des porcs étudiée par Loeffler et Schütz et dont le microorganisme ressemble beaucoup a celui trouvé par Bollinger dans l'épizootie des daims èt des bœufs. M. Hueppe, qui s'en était déjà occupé, les avait considérés comme identiques entre eux et même avec les bacilles de la septicémie des lapins et du choléra des poules. Selon lui, il ne s'agissait dans ces

quatre cas que d'une seule et même maladie, la « *septicémie hémorrhagique* » causée par un bactérium immobile, ne formant pas d'endospores et se montrant sous forme de coccus ronds ou ovoïdes et de courts bâtonnets à bouts arrondis. D'après M. Bunzl-Federn les cultures de ces différents microorganismes auraient ceci de commun qu'elle rendent toutes le lait acide et que les culture vaccinales du choléra des poules peuvent conférer à celles-ci l'immunité contre le microbe de la septicémie des daims et que, vice versâ, les cultures de ce dernier peuvent les vacciner contre le choléra des poules. Cependant, les bactéries de la sépticémie du lapin et du choléra des poules produisent plus d'acide que les autres, car elles caillent le lait, ce que ne font pas les bactéries de la septicémie du porc et des daims et elles croissent sur les pommes de terre employées par l'auteur, ce que ne font pas non plus les bactéries de la septicémie des porcs et des daims.

D'après M. Caneva cependant, ni les unes ni les autres ne croîtraient dans ce milieu, ce qui peut tenir à la différence des pommes de terre employées. En tout cas, ces deux espèces bactériennes, choléra des poules et septicémie des lapins d'une part, et septicémie des porcs, daims et bœufs, d'autre part, seraient, sinon identiques, du moins très voisines.

Par les mêmes procédés de culture et par les résultats des inoculations, l'auteur put encore identifier avec une grande probabilité le microorganisme de la peste des buffles, découvert par MM. Oreste et Armanni avec ceux de la septicémie des porcs allemands. L'inoculation fructueuse de ce microbe au porc achèverait la preuve. Ceci, malheureusement, n'a pas encore été fait. Quant au microorganisme de la septicémie du furet, très semblable aussi aux précédents, il s'en distingue par sa mobilité accentuée et par son action sur les animaux. Les lapins, en effet, ne réagissent que localement, tandis qu'il sont rapidement tués par les microbes du groupe précité, et les poules sont réfractaires. Cependant, ils sont aussi producteurs d'acide. Le microorganisme de la septicémie spontanée du lapin, trouvé par Eberth et Mandry, serait aussi mobile, croîtrait sur pomme de terre et rendrait le lait très acide.

Les recherches de l'auteur tranchent aussi la question de l'identité du hogcholéra de Salmon et de la swineplague de Billings avec la septicémie des porcs allemands. Pour l'étude de la swineplague de Billings, l'auteur avait deux cultures à sa disposition, une envoyée par M. Billings à M. Hueppe autrefois, l'autre datant de 1890. Or, cette première produisait de l'acide, la seconde de l'alcali dans le lait. Le bactérium du hogcholera est aussi un producteur d'alcali ; le second bactérium du swineplague et celui du hogcholéra croissent aussi sur de même pomme dé terre, c'est pourquoi M. Bunzl-Federn, s'en tenant aux cultures plus récentes de la swineplague, admet leur identité, mais les sépare de celui de la

septicémie des porcs allemands. M. Caneva, par contre, dont le travail est moins récent, paraît n'avoir eu que la première culture de M. Billings entre les mains, et sépare, par conséquent, encore le hogcholéra et la swineplague. Quant à la peste porcine de Suède,

	MOBILITÉ	LAIT non coloré	LAIT coloré avec teinture de tournesol	POMME DE TERRE	GÉLATINE	ACTION SUR LA PEPTONE
I						
Peste des daims.	Mobile	pas de changement	rouge	—	Croissance lente en foyers discrets	Production de phénol et d'indol
Peste porcine (Allemagne).	»	»	»	—	»	Phénol et indol
Barbone dei buffali (peste des bufles).	»	»	»	—	»	Indol, pas de phénol
Choléra des poules.	»	est caillé	rouge et réduction	+	»	Phénol et indol
Septicémie des lapins.	»	»	»	+	»	»
II						
Peste porcine de Marseille.	Mobile	est caillé	rouge et réduction	+	Croissance rapide, enduit uniforme gris	Phénol et indol
Maladie des furets.	»	»	»	+	»	»
Septicémie spontanée des lapins (Eberth).	»	»	»	+	»	»
Swineplague (Billings première culture).	»	»	»	+	»	»
III						
Hogcholera (Salmon).	Mobile	dissout le lait	bleu	+	Croissance rapide, coloration brunâtre	Ni phénol ni indol
Swineplague (Billings deuxième culture).	»	»	»	+		
Svinepest.	»	»	»	+		

décrite par Selander, son bactérium paraît identique à celui de la swineplague.

La peste porcine de Marseille, par contre, est causée par un troisième microorganisme mobile, croissant bien sur pomme de terre et caillant le lait en huit jours au plus. Nous aurions ainsi trois épizooties bien distinctes du porc, sans parler du rouget, savoir la septicémie des porcs allemands, la swineplague ou hogcholera d'Amérique, et celle du midi de la France.

Pour terminer, nous ne pouvons mieux faire que de reproduire le tableau donné par M. Bunzl-Federn et résumant les caractères de ces divers microorganismes.

On voit que le microorganisme du *barbone dei buffali* ne produit que de l'indol et pas de phénol. Ce serait, aux yeux de M. Bunzl Federn, peut-être, un motif de l'exclure du groupe des septicémies hémorrhagiques.

E. F.

H. W. Conn. — **Des bactéries dans la laiterie** : 1° La maturation de la crème ; 2° un micrococcus du lait amer (*From the third annual report of the Storrs School Agricultural Experiment Station*, 1890).

Le mémoire de M. Conn traite de deux sujets. Le premier est la maturation de la crème. Dans plusieurs pays on attend pour faire le beurre que la crème se soit un peu acidifiée, sous l'influence des microbes qui peuplent le lait. M. Weigmann, à Kiel, a isolé, l'année dernière, d'un beurre qui se distinguait par l'excellence de son arome, un micrococcus particulier et il a constaté qu'en l'ensemençant en cultures pures dans la crème que l'on veut faire mûrir, on obtient de beaucoup meilleurs résultats qu'en laissant la maturation se faire toute seule. La bonne espèce implantée dans la crème y prend le dessus sur les autres ferments lactiques et lui communique une saveur recherchée dans le beurre. Aussi son procédé commence-t-il à entrer dans la pratique et son laboratoire fournit ce microbe aux laiteries qui le demandent. M. Conn, qui a étudié le même sujet en Amérique, arrive aussi à la conclusion que la maturation de la crème est l'œuvre des bactéries ; ceci résulte de leur accroissement prodigieux pendant ce processus. Mais, si l'on laisse la maturation de la crême se faire d'après les méthodes ordinaires, il est impossible d'obtenir des résultats uniformes, attendu que les conditions de croissance des différentes espèces de bactéries sont en dehors du contrôle du fabricant de beurre. Il n'y a pas d'espèce unique provoquant la maturation de la crème mais, en choisissant avec soin certaines espèces, il est possible que l'on arrive à donner un arome satisfaisant. Bien que M. Conn ne les ait, paraît-il, pas encore isolés, ses conclusions confirment les résultats obtenus par M. Weigmann.

Dans la seconde partie de son mémoire, M. Conn décrit un micrococcus qui a la propriété de rendre le lait amer. Ce micrococcus croît en articles isolés ou en forme de diplococcus, mais pas en chaînette.

Sur gélose les articles s'allongent et prennent une forme bacillaire. Il n'est pas mobile et est aérobie. Les colonies, à l'intérieur de la gélatine, sont lisses et rondes; à la surface elles sont blanches, granuleuses et s'étendent rapidement. Il liquéfie la gélatine et la rend filante. Sur gélose il produit un gazon uniforme et brillant; sur pomme de terre, des grappes blanchâtres, luisantes et humides; la couleur de la pomme de terre n'est pas modifiée. Le lait est coagulé en un jour et devient très amer ; le coagulum se redissout en partie, le liquide est alors filant ; mais ceci n'arrive que quand le coagulum se dissout, au début le lait n'est pas filant ; ce n'est donc pas un des microbes du lait filant proprement dit. Dans le bouillon, il se développe abondamment et forme une mince pellicule. Le bouillon devient très filant et peut être étiré en fils d'une longueur de dix pieds. Son goût devient aussi amer. Les cultures produisent un ferment dont l'action est analogue à celui de la présure, car lorsqu'on ajoute une certaine quantité de liquide de culture à du lait avec adjonction de chloroforme pour empêcher le développement des bactéries, le lait est caillé en moins d'une heure. Il y a aussi production d'acide butyrique dans les cultures.

M. Weigmann avait déjà trouvé un bacille doué de la propriété de rendre le lait amer, mais sans formation d'acide butyrique. Nous connaîtrions ainsi deux bactéries possédant cette fâcheuse propriété.

E. F.

Prof. M. Ogata (Tokio). — **Sur la substance bactéricide du sang** (*Centralblatt für Bakteriologie*, IX, p. 597).

Dans un précédent mémoire, MM. Ogata et Iasuhara avaient publié d'intéressantes expériences (v. *Centralblatt für Bakteriologie*, IX, p. 25) dont il résultait que des souris pouvaient être rendues réfractaires au charbon par l'injection de quelques gouttes de sang de grenouille, animal qui, on le sait, ne contracte pas le charbon, ou du sérum de sang de chien. Les souris ne contractaient pas le charbon quand ces injections étaient faites de 72 heures avant jusqu'à 5 heures après l'inoculation avec le virus charbonneux. Les auteurs ne savaient alors pas encore à quelle substance contenue dans le sang attribuer cette action préservatrice. Aujourd'hui, M. Ogata a réussi à extraire du sang de chien ou de poule une substance qui paraît douée du pouvoir de conférer l'immunité aux animaux sensibles au charbon.

Cette substance est soluble dans l'eau et dans la glycérine, insoluble dans l'alcool et dans l'éther. L'adjonction d'alcool ou d'éther

ne le détruit pas. Son action n'est pas entravée par les alcalis à faible dose, mais bien par de petites doses d'acide phénique ou chlorhydrique. Elle est inactive en présence des sucs digestifs ou quand on la chauffe à 45°. Mélangée à de la glycérine, elle conserve longtemps son activité. Elle ne peptonise pas la fibrine et ne saccharifie pas l'amidon. Selon M. Ogata, il s'agirait là d'un ferment, auquel il attribue aussi quelques propriétés désinfectantes, car il a vu les bacilles du choléra et du typhus périr dans l'extrait glycériné étendu d'eau. En faisant, en effet, des plaques de gélatine avec cet extrait ensemencé avec les microorganismes en question, de suite après l'ensemensement et à des intervalles divers, M. Ogata constatait qu'après 3 à 5 heures de contact les plaques restaient stériles. Ce fait, à notre avis, pourrait cependant être dû, non pas à une action antiseptique, mais à une difficulté d'accommodation à ce milieu fortement glycériné. L'extrait aqueux dont se servait l'auteur contenait, en effet, encore 1 p. 8 de glycérine. Le fait, en outre, que l'addition d'un antiseptique, tel que l'acide phénique, annulle son effet, semble montrer qu'il n'y a pas l'action d'un antiseptique dans le sens propre du mot car, en général, deux antiseptiques associés sont plus actifs qu'employés isolément.

Voici maintenant la manière dont M. Ogata prépare ce ferment :

On ajoute à une partie de sang ou de sérum dix à quinze parties d'un mélange à parties égales d'alcool absolu et d'éther. On filtre après 1 ou 2 jours, on recueille le résidu sur du papier à filtrer et on sèche à l'air. On le pulvérise ensuite dans un mortier et l'on ajoute de l'eau tiède ou un mélange de glycérine et d'eau (parties égales), de façon à avoir la moitié du volume du sang employé. Après 3-4 minutes, on filtre rapidement à travers un linge, puis sur du papier à filtrer. Le liquide filtré est additionné alors de dix fois son volume d'alcool et d'éther, et on filtre après 1 jour. Le résidu est dissous dans de l'eau (1/4 du volume original du sang), puis on ajoute également 1/4 de glycérine. La dose nécessaire pour produire l'immunité doit être déterminée chaque fois, car la quantité de ferment contenue dans le sang peut varier. Dans ses expériences, M. Ogata a pu produire l'immunité chez les souris avec 1/2 goutte de l'extrait glycériné, chez les cobayes avec 2,5 gouttes. E. F.

Dr Bernabei Corrado. — **Sur le passage des germes pathogènes dans la bile et dans le contenu de l'intestin et sur l'influence que ce passage exerce sur eux** (*Annali dell'Istituto d'igiene sperimentale di Roma*, vol. II, série I, p. 291).

L'auteur a cherché à résoudre la question de savoir si certains germes infectieux (le diplococcus de la pneumonie de Fränkel, soit

de la septicémie salivaire, le bacille du charbon, le bactérium de la maladie appelée *barbone* des buffles, le bacille de la morve, le pneumobacille de Friedlaender, le bacille du typhus et le *Staph. pyog. aureus*) passent, après avoir été inoculés aux animaux, dans la bile et dans l'intestin et si leur séjour dans ceux-ci modifient leurs propriétés.

Voici, en résumé, les conclusions auxquelles arrive l'auteur :

1° Le passage des germes pathogènes dans la bile n'est pas la règle, mais l'exception, et paraît subordonné à l'intensité et à la durée de l'infection. Parmi les bactéries mises en expérience, on trouve aux points extrêmes de ce passage exceptionnel le bactérium du *barbone* des buffles et le diplococcus de Fraenkel. Ce dernier se distingue par la moindre fréquence du passage, l'autre est celui qui passe le plus souvent dans la bile. Après le bactérium du *barbone* vient le pneumobacille de Friedlaender ; après le diplococcus de Fränkel le bacille du charbon ;

2° L'action de la bile sur la végétation des microgermes pathogènes est ou *a*) indifférente ou à peu près, comme pour le bacille typhique, le pneumobacille de Friedlaender et le *Staph pyog. aureus* ; ou *b*) fertilisante, comme pour le bacille de la morve ; ou *c*) retardante, comme pour le bacille du charbon et surtout pour le bactérium du *barbone*. Ce dernier, toutefois, y croît et y résiste longtemps tandis que le bacille de charbon y périt en 48 heures.

3° En ce qui concerne l'action de la bile sur le pouvoir pathogène des bactéries, les expériences ne furent positives que pour le bacille du charbon. Celui-ci, en effet perd sa virulence en 48 heures (terme de l'expérience). Il est très probable que la bile exerce une action antiseptique analogue sur le diplococcus de Fraenkel ;

4° Le passage des germes dans le contenu de l'intestin est la règle pour les germes de la septicémie salivaire, le charbon, le *barbone*, et ces microorganismes y conservent leur virulence. Il n'est pas improbable non plus que ce passage puisse avoir lieu aussi dans certains cas d'infection pulmonaire chez l'homme, dans lesquels des matières toxiques s'éliminent aussi par l'intestin comme par les urines ;

5° En ce qui concerne l'action du liquide de l'intestin (recueilli chez un pneumonique) sur le pouvoir végétatif de ces microorganismes, elle semble nulle ou à peu près nulle, sur les bacilles de la morve et du charbon, fertilisante pour le bactérium du *barbone* et le *Staph. pyog. aureus*, légèrement retardante pour le bacille typhique et encore plus pour le pneumobacille de Friedlaender.

E. F.

OBSERVATOIRE MUNICIPAL DE MONTSOURIS

BULLETIN MENSUEL D'ANALYSE MICROGRAPHIQUE

Analyse de l'air de Paris (Hôtel de ville), *Novembre* 1891

DÉSIGNATION des SEMAINES	MICROPHYTES par m. c.		DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES				MALADIES	
	BACTÉRIES	MOISISSURES	TEMPÉRAT. moyenne	PLUIE — Hauteur en millimètr.	VENT Direction moyenne	VENT Vitesse moyenne	ZYMOTIQUES [1]	SAISONNIÈRES [2]
N° 44 du 1er Nov. au 7 Nov. 1891	12.200	1.400	3°,9	0mm,1	NE	16km,3	98	108
N° 45 » 8 » » 14 » »	5.170	2.350	6 ,0	22 ,9	S	19 ,5	104	162
N° 46 » 15 » » 21 » »	4.180	1.340	9 ,8	9 ,7	SW	12 ,8	101	196
N° 47 » 22 » » 28 » »	4.350	500	2 ,9	4 ,4	Var.	10 ,4	82	184
» » » » »	»	»	»	»	»	»	»	»
MOYENNES ET TOTAUX	6.475	1.400	5°,7	37mm,1	S	14km,8	385	650
ANNÉE MOYENNE	»	»	»	»	»	»	»	»

OBSERVATIONS. — [1] Sous la rubrique *maladies zymotiques* sont comprises : les fièvres éruptives, la fièvre typhoïde et l'atrepsie (choléra infantile). — [2] Au nombre des *maladies saisonnières* ne sont comptées que les affections aiguës des poumons (Bronchite aiguë, Broncho-pneumonie et pneumonie.

Analyse de l'air des égouts (*Moyenne générale*)

Novembre 1891. Bactéries = 2.000 Moisissures = 2.000 Température = 11°,0

Analyse de l'air au Parc de Montsouris

Novembre 1891. Bactéries = 183 Moisissures = 195 Température = 5°,7

Analyses des eaux de Paris et d'autres provenances, *Novembre* 1891

DÉSIGNATION DES EAUX	MOYENNES MENSUELLES DES BACTÉRIES PAR C.M.C.		TEMPÉRAT.	OBSERVATIONS
	Novembre 1891	Année moyenne		
1° Eaux de Source				
Eau de la Vanne à Montrouge.	700	800	»	Canalis. = 4.050 bactéries
» de la Dhuis à Ménilmontant.	4.100	1.890	»	Canalis. = 5.300 »
Réservoir Cliquot à Epernay.	1.700	»	»	»
2° Eaux de Rivières				
Eau de la Marne à Saint-Maur.	29.000	53.000	6°,8	»
» de la Seine à Ivry	40.000	32.500	6°,6	»
» de la Seine au pont d'Austerlitz . . .	100.000	44.500	»	Hauteur = 1m.00
» de la Seine au pont de l'Alma	80.000	111.700	»	»
Loire en amont de Nantes.	31.000	»	»	»
3° Eaux de Canal				
Eau de l'Ourcq à la Villette	133.000	53.300	»	»
» d'autres provenances.	»	»	»	»
4° Eaux de Puits				
Puits Beaulieu dans la Loire.	685	»	»	»
Puits rue Princesse.	2.000	»	»	»
5° Eaux de Drainage				
Drain de Saint-Maur	»	2.340	»	»
Drain d'Asnières.	3.000	410	»	»
6° Eaux d'égout				
Eaux des collecteurs de Paris	5.000.000	13.800.000	»	»
7° Eaux de vidanges				
Eau du dépotoir de l'Est	3.000.000	36.715.000	»	»
» » traitée à Bondy.	1.000	72.900	»	»

OBSERVATOIRE MUNICIPAL DE MONTSOURIS

BULLETIN MENSUEL D'ANALYSE MICROGRAPHIQUE

Analyse de l'air de Paris (Hôtel de ville), *Décembre* 1891

DESIGNATION des SEMAINES	MICROPHYTES par m. c.		DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES				MALADIES	
	BACTÉRIES	MOISISSURES	TEMPÉRAT. moyenne	PLUIE — Hauteur en millimèt.	VENT Direction moyenne	VENT Vitesse moyenne	ZYMOTIQUES [1]	SAISONNIÈRES [2]
N° 48 du 29 Nov. au 5 Déc. 1891	2.830	840	7°,4	16mm,6	SW	14km,5	96	177
N° 49 » 6 Déc. » 12 »	7.000	1.650	8 ,5	12 ,8	SW	25 ,0	77	171
N° 50 » 13 » » 19 »	4.830	2.800	5 ,6	17 ,2	NE	21 ,9	87	164
N° 51 » 20 » » 26 »	12.200	1.800	— 1 ,4	3 ,3	NE	10 ,0	81	203
N° 52 » 27 » » 2 Janv. 1892	5.000	1.800	7 ,3	22 ,2	SW	20 ,1	106	254
MOYENNES ET TOTAUX	6.370	1.780	5°,5	72mm,1	SW	18km,3	447	969
ANNÉE MOYENNE	»	»	»	»	»	»	»	»

OBSERVATIONS. — [1] Sous la rubrique *maladies zymotiques* sont comprises : les fièvres éruptives, la fièvre typhoïde et l'atrepsie (choléra infantile). — [2] Au nombre des *maladies saisonnières* ne sont comptées que les affections aiguës des poumons (Bronchite aiguë, Broncho-pneumonie et pneumonie).

Analyse de l'air des égouts (*Moyenne générale*)

Décembre 1891. Bactéries = 13.500 Moisissures = 750 Température = 11°,0

Analyse de l'air au Parc de Montsouris

Décembre 1891. Bactéries = 180 Moisissures = 112 Température = 5°,5

Analyses des eaux de Paris et d'autres provenances, *Décembre* 1891

DÉSIGNATION DES EAUX	MOYENNES MENSUELLES DES BACTÉRIES PAR C.M.C.		TEMPÉRAT.	OBSERVATIONS
	Décembre 1891	Année moyenne		
1° Eaux de Source				
Eau de la Vanne à Montrouge.	2.090	800	»	Canalis. = 550 bactér.
» de la Dhuis à Ménilmontant.	8.750	1.890	»	Canalis. = 8.700 »
» » »	»	»	»	»
2° Eaux de Rivières				
Eau de la Marne à Saint-Maur.	135.000	36.300	4°,8	»
» de la Seine à Ivry	358.000	32.500	5°,1	»
» de la Seine au pont d'Austerlitz	317.000	44.500	»	Hauteur = 1m,45
» de la Seine au pont de l'Alma.	140.000	111.700	»	»
» d'autres provenances	»	»	»	»
3° Eaux de Canal				
Eau de l'Ourcq à la Villette.	114.000	53.300	»	»
» d'autres provenances	»	»	»	»
4° Eaux de Puits				
Puits Guénegaud à Paris.	10.000	»	»	»
» Chavarin	500	»	»	»
5° Eaux de Drainage				
Drain de Saint-Maur	5.200	2.340	»	»
Drain du moulin de Cage.	500	7.945	»	»
6° Eaux d'égout				
Eaux des collecteurs de Paris	22.500.000	13.800.000	»	»
7° Eaux de vidanges				
Eau du dépotoir de l'Est	2.000.000	36.715.000	»	»
» » traitée à Bondy	20.000	72.900	»	»

BIBLIOGRAPHIE

Dr SILVERIO DOMINGUEZ. — **Lecciones de Bacteriologica**
(Valladolid, 1891)

Pour traiter en une vingtaine de leçons de la bactériologie et de ses nombreuses et récentes conquêtes, il faut posséder l'art de condenser en peu de mots tout ce que la littérature scientifique nous a appris sur les bactèries. Nous nous plaisons à reconnaître chez le Dr S. Dominguez ce puissant esprit de synthèse qui consiste à résumer en quelques phrases concises et serrées, l'histoire des microbes qui ont fait l'objet de longs mémoires, si ce n'est de gros volumes.

Ces *Leçons de bactériologie* ne ressemblent nullement aux compilations aujourd'hui très répandues sur les schizomycètes ; leur auteur a su exposer méthodiquement, avec la plus grande clarté et avec un intérêt soutenu, d'abord, l'histoire de la bactériologie, les propriétés des algues bactériennes, et les théories dont elles ont fait l'objet, puis la technique de leur coloration et de leur culture.

Pour intéresser les élèves, et leur permettre de retenir aisément les propriétés si importantes des bactéries infectieuses, on ne pouvait choisir une marche plus pratique et plus rationnelle que celle qu'a adoptée le professeur Silverio Dominguez, qui consiste à traiter, dans chaque leçon de l'étiologie, du mode de culture, de l'infectiosité, etc... d'une espèce pathogène ou d'un très petit nombre ; de cette façon, les auditeurs ont le temps de graver profondément dans leur esprit les qualités des microorganismes dont l'histoire gagne beaucoup moins à être faite au point de vue général, qu'au point de vue particulier.

Ces *Leçons de bactériologie* nous ont très vivement intéressé, et nous sommes certain que ceux qui auront la bonne fortune de parcourir le livre du Dr S. Dominguez où elles sont condensées, retireront de sa lecture plaisir et profit.

Dr. M.

L'Éditeur-Gérant, GEORGES CARRÉ.

Tours. — Imprimerie DESLIS FRÈRES

ANNALES
DE MICROGRAPHIE

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES
SUR LA
PHYSIOLOGIE, LA MORPHOLOGIE ET LA PATHOLOGIE DES DIATOMÉES

Par le Dr P. MIQUEL

Il est facile de saisir que les recherches relatives à la physiologie, à la morphologie et à la pathologie des Diatomées, ne pouvaient être entreprises avec l'espérance de donner promptement d'intéressants et de fructueux résultats qu'à partir du jour où ces espèces microscopiques pourraient, comme les bactériacées et les cryptogames inférieurs, faire l'objet de cultures artificielles effectuées dans les conditions les plus variables.

La culture des Diatomacées dans les laboratoires se présentait donc comme un premier problème à résoudre, dont j'ai trouvé la solution après une étude longue et délicate des éléments qui conviennent à la nutrition de ces algues silicieuses.

Contrairement à une opinion généralement répandue, les Diatomées réclament des milieux chargés de matières organiques solubles, résultant de la destruction des végétaux, ou encore des matières stercorales des animaux se nourrissant à peu près exclusivement de graines, de tiges ou de feuilles de plantes. On trouvera à ce sujet dans *Le Diatomiste*, où je publie la technique de ces sortes de cultures, tous les détails désirables (1).

Je me contenterai d'exposer ici, dans une série d'articles,

(1) *Le Diatomiste*, n° de février 1892, et suivants. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXIV, 28 mars 1892.

les faits qui intéressent plus particulièrement la biologie des Diatomées ; dans l'ordre naturel des choses, nous serons appelé à étudier successivement l'action qu'exercent sur elles la température, les radiations lumineuses et les agents dits *physiques;* puis l'action des agents *chimiques*, qui sont pour ces algues tantôt des éléments nutritifs et assimilables bienfaisants, tantôt des substances indifférentes ou toxiques. Cela nous conduira à étudier le mécanisme de leur nutrition, de leur éclosion, de leur multiplication et de leur mort. Comme l'extinction de la vie d'une cellule peut avoir des causes multiples, les unes naturelles, les autres accidentelles, le champ des investigations ainsi qu'on en peut juger, promet d'être vaste et fertile en résultats intéressants.

Sans doute, les Diatomées ont fait l'objet d'études soignées et très remarquables de la part de savants très distingués : Ehrenberg, de Brébisson, Greville, Cleve, Grunow, Grégori, Kutzing, Otto Müller, William Smith, Pfitzer, Van Heurck, Castracane, P. Petit, Brun, Deby, Peragallo, etc. Mais, malgré ces travaux de haute valeur, dirigés surtout vers la détermination des genres et des espèces, on s'accorde à reconnaître que la physiologie des Diatomées est encore peu avancée, ce qui me paraît tenir surtout à la difficulté, ou sinon à l'impossibilité, où l'on s'est trouvé de cultiver ces algues *in vitro* et sur le porte-objet du microscope ; par conséquent de les suivre pas à pas avec de forts grossissements depuis leur naissance jusqu'à l'heure de leur mort.

Ces opérations de microbotanique, j'ai eu la satisfaction de les tenter toutes avec succès ; si elles sont en général simples et faciles, elles réclament néanmoins quelques soins particuliers, un matériel peu coûteux, mais choisi, des microscopes de forme appropriée que M. Nachet a, sur mes indications, parfaitement réussis et disposés en vue de stéréotyper par la photographie les données de l'observation à toutes les heures. Aussi, les faits que j'avancerai sur les modes de reproduction, sur la morphologie, la pathologie des Diatomées, seront basés sur des photogrammes toujours utiles pour redresser les illusions de la vue, annihiler la partialité de l'observateur, et enfin jus-

tifier les conclusions avancées. Si pour les bactéries cette façon de procéder est parfois difficile ou peu pratique à appliquer, au contraire, quand on aborde l'étude des cellules bien discernables au microscope, cette manière de recueillir les faits doit être érigée en méthode.

Aujourd'hui les lignes qui suivent sont uniquement consacrées à l'action qu'exerce la chaleur humide sur les diatomées.

I. — Action de la chaleur humide sur les diatomées

J'entends par *chaleur humide*, les rayons caloriques qui sont transmis aux microorganismes par l'intermédiaire de l'eau, et par *chaleur sèche,* les rayons de même nature qui sont transmis aux cellules vivantes, desséchées au préalable à la température ordinaire, par l'intermédiaire d'une atmosphère dépourvue de toute humidité. On pourrait étudier l'action de la chaleur transmise aux êtres inférieurs par de l'air plus ou moins chargé de vapeur d'eau, mais j'ai jugé inutile d'entreprendre, du moins quant à présent de telles recherches à l'égard des Diatomées.

Comme dans mes expériences sur la résistance des bactéries et des champignons à la chaleur, j'ai soumis pendant 2 heures les algues qui nous occupent à l'action de températures à peu près invariables, oscillant à peine de quelques dixièmes de degré.

La façon d'opérer a été la suivante ; je tiens à l'exposer avec détails afin de bien préciser les conditions qui ont présidé à ces essais.

Autant de fois que j'ai voulu faire agir la chaleur sur les Diatomées, j'ai pris une culture artificielle de 8 à 15 jours et très prospère de ses algues, contenant habituellement plusieurs sortes d'Infusoires et quelques Desmidiées. Pour donner à ces expériences toute la généralité qu'elles devaient comporter, à mon sens, j'ai choisi des cultures collectives, renfermant jusqu'à 40 espèces diverses de Diatomées : des Mélosires, des Fragillaires, des Gomphomènes, des Nitzschies, des Navicules, des Cymbelles, des Pleuro-

sigmes, etc. Le vase contenant la culture était agité jusqu'à ce que le dépôt jaune d'or accumulé sur sa face inférieure et ses parois latérales fût mis totalement en suspension dans le liquide. Alors, au moyen d'ampoules à pointe capillaire, 4 à 5 centimètres cubes de la liqueur trouble étaient introduits par aspiration dans l'intérieur des ampoules dont les pointes étaient immédiatement scellées ; on les plaçait, au nombre de 2 à 3, à l'action de la chaleur à côté du vase même de la culture.

Dans un bain en cuivre de 8 litres de capacité muni d'un de mes régulateurs zinc-faïence, les ampoules et le vase de culture étaient immergés dès que la température du bain devenait voisine de 20 degrés; puis, par la manœuvre lente de la vis du régulateur, l'eau était portée jusqu'à la température désirée, sans surchauffe appréciable.

De 20 degrés à la température choisie, le feu était conduit de façon à ce que l'ascension durât 1/4 d'heure ; pendant les sept autres quarts d'heure, la température du bain restait presque invariable, ce qu'accusaient deux thermomètres, l'un plongeant dans le bain, l'autre dans la culture, et dont les indications étaient à peu près identiques.

On voit donc que la durée de l'ascension de la chaleur, toujours de 15 minutes, a été comptée dans les 2 heures de chauffe.

J'aurais pu, comme pour les bactéries, plonger brusquement les Diatomées dans le bain réglé au préalable à la température voulue, je ne l'ai pas fait ici, pensant, peut-être avec raison, que l'élévation graduelle de la chaleur pouvait permettre aux Diatomées d'organiser une défense contre cet argent physique si redoutable pour elles.

Les 2 heures de chauffe exactement écoulées, le contenu de chaque ampoule était introduit dans un vase contenant une macération préparée pour le rajeunissement des Diatomées, et ces vases ainsi ensemencés étaient ensuite placés à la température du laboratoire (7°-15°) bien exposés aux radiations lumineuses émanées du secteur du ciel nord-ouest, nord-est, en passant par le nord ; jamais le soleil n'a visité ces cultures.

L'exposition de ces recherches m'oblige à m'étendre, peut-être trop longuement, sur les faits observés, à répéter

souvent des choses déjà dites, mais je dois, pour être exact, n'omettre aucune des particularités qui peuvent présenter immédiatement ou ultérieurement un certain intérêt ; je crois en conséquence ne pouvoir mieux faire que de reproduire à peu près textuellement les notes de mes registres d'observations dictées au moment de l'examen microscopique.

Expérience I. — *Diatomées soumises à 49°-50°,0 centigrades.*

12 *décembre* 1891. — La culture n° 3 du 4 décembre 1871, les trois ampoules remplies de cette culture sont portées pendant 2 heures à la température de 49°,8-50°.

Après 1 *heure de chauffe*, les Diatomées sont dans l'immobilité la plus absolue, leur protoplasma est *rétracté* et *granuleux;* la plupart des frustules présentent dans leur intérieur des globules huileux (1) très apparents, les Infusoires sont morts ; les Desmidiées et autres Chlorophycées paraissent fortement touchées.

A la fin de l'expérience, c'est-à-dire après 2 *heures de chauffe*, le dépôt doré initial de la culture est devenu *verdâtre*, l'endochrome des Diatomées a contracté cette même couleur, il est *vert* et *granuleux;* les sphérules huileuses sont moins abondantes dans l'intérieur des frustules, quelques-unes d'entre elles semblent nager dans l'eau de l'infusion (?). Le protoplasma des algues vertes est comme coagulé, et, si les chloroleucites conservent encore leur teinte verte, ils semblent néanmoins profondément altérés.

17 *décembre*. — Le protoplasma *vert* des Diatomées, principalement *rétracté* vers le centre des frustules, s'aperçoit sous forme de *granulations* bien détachées. Toutes les Diatomées, sont immobiles, les filaments formés de Mélosires et de Fragillaires sont rompus en nombreux fragments. Pas d'infusoires, si ce n'est quelques très rares Flagellés. Les algues vertes semblent mortes. Les bactéries seules sont vivantes, mais elles sont fortement engourdies par le froid (7 à 8°).

23 *décembre*. — Le protoplasma *granuleux* situé dans l'intérieur des frustules est en voie de résorption ; on ne peut apercevoir une seule Diatomée vivante ou normalement endochromée. Les

(1) J'emploie de même que la plupart des diatomistes les expressions gouttes, globules huileux ou graisseux pour désigner la substance en apparence liquide et très réfringente qui s'observe dans l'intérieur des valves silicieuses des diatomées ; mais je tiens d'ores et déjà à faire les plus extrêmes réserves sur le sens que ces expressions comportent dans l'esprit du lecteur non prévenu que le rôle et la composition de cette substance restent encore à établir.

algues vertes sont mortes et décolorées; pas d'infusoires proprement dits, quelques rares Flagellés.

31 *décembre.* — Le dépôt de la culture primitivement *jaune d'or*, puis *vert* est devenu *blanchâtre* ; les valves sont à peu près vides.

11 *janvier* 1892. — La mort des Diatomées, des algues vertes et des Infusoires n'est plus douteuse ; au contraire, on rencontre quelques zooglées de bactéries.

Quant à l'ensemencement du liquide des trois ampoules dans trois vases distincts contenant des milieux favorables au développement des Diatomées, il est resté négatif.

Ainsi, il paraît bien certain que la température de 50 degrés est fatale non seulement aux Phéophycées, mais encore aux Chlorophycées et aux Protozoaires vulgaires répandus autour de nous. Cette première expérience n'était pas inutile, car les résultats négatifs qu'elle a fournis m'ont invité à chercher à un degré de chaleur moins élevé la température-limite de la résistance des Diatomées.

Expérience II. — *Diatomées soumises à* 30°,6-30°,9 *centigrades.*

14 *décembre.* — De la culture très belle n° 5 du 4 décembre, il est prélevé deux ampoules de liquide chargé de Diatomées, qui sont chauffées pendant 2 heures avec la culture mère à la température de 30c,6-30°,9 ; à leur sortie du bain le contenu des ampoules est versé dans deux flacons contenant un terrain stérilisé propre à nourrir les Diatomées.

Après 2 *heures de chauffe*, on trouve dans la culture mère des infusoires vivants et agiles. Les Protocoques et les Desmidiées ne semblent pas avoir été sensiblement touchés, ainsi que plusieurs espèces de Synèdres, de Navicules, de Gomphonèmes, de Surirelles, de Cymatopleures, dont le protoplasma est *jaune*, *non rétracté*, et dont la mobilité est très évidente. Plusieurs Diatomées cependant se meuvent avec plus de paresse qu'avant d'avoir été soumises à l'action de la chaleur; les espèces filamenteuses telles que les Mélosires et les Fragillaires montrent un endochrome intact ; il n'en est pas de même de quelques espèces géantes, dont le protoplasma est sensiblement *rétracté*, mais resté *jaune*, et sans offrir la dégénérescence *granuleuse*.

16 *décembre.* — Les petites Diatomées sont très mobiles, les grandes ont pour la plupart leur protoplasma *rétracté*, et laissent voir de nombreuses sphérules huileuses, plusieurs de ces dernières sont cependant mobiles et en bonne santé. Les algues vertes sont florissantes, et les Infusoires nombreux.

11 *janvier* 1892. — La culture mère est superbe, très riche en Diatomées de toute espèce; quant aux deux ampoules, elles ont fourni de belles cultures dorées où se retrouvent à peu près toutes les Diatomées qui se voient dans la culture primitive; on y note cependant la prédominance de quelques algues vertes.

Cette seconde expérience permet donc d'affirmer que la majeure partie des Diatomées souffre en général assez peu de la température de 30 degrés, soutenue pendant quelques heures. Recommençons un semblable essai en élevant de 5 degrés, environ, la chaleur du bain.

Expérience III. — *Diatomées soumises à* 35°,2-35°,5 *centigrades.*

15 *décembre* 1891. — La culture n° 6 du 4 décembre laissant apercevoir dans son dépôt *jaune d'or* : des algues vertes, des Infusoires, animalcules infusoires, beaucoup de Diatomées au nombre desquelles : des Synèdres, des Nitzschies, des Fragillaires, des Gomphonèmes, des Cymatopleures, des Pleurosigmes, etc... parfaitement mobiles et bien endochromés est chauffée entre 35°,2 et 35°,5, avec deux ampoules contenant quelques centigrammes de dépôt à elle emprunté.

Après avoir subi pendant 2 *heures* l'action de cette température, le liquide des ampoules est ensemencé dans des liqueurs appropriées; quant à la culture mère immédiatement examinée au microscope, elle permet de constater les faits suivants : les algues vertes semblent avoir peu souffert; la plupart des Infusoires paraissent morts, cependant on aperçoit quelques Amibes vivantes. *Tous* les frustules libres des Diatomées sont dans l'immobilité absolue; dans la majorité d'entre eux, l'endochrome jaune se montre rétracté, et laisse en évidence un grand nombre de globules huileux.

18 *décembre*. — Les Navicules, les Nitzschies, les Synèdres, de petite forme sont vivants et mobiles; chez les Pleurosigmes et les Synèdres de grande forme l'endochrome reste rétracté et la mobilité nulle. Les algues se multiplient activement; les Desmidiées sont très belles; peu d'Infusoires, un seul Vorticellien est aperçu.

21 *décembre*. — Les Chlorophycées ont pris un grand développement, la couleur du dépôt de la culture a passé du jaune d'or à la teinte vert pré; les Infusoires restent rares, cependant on rencontre assez fréquemment des Vorticelliens et des Actinophrys, Quant aux Diatomées, elles sont actives et abondantes, les grandes formes semblent renaître à la vie, mais plusieurs d'entre elles paraissent peu vigoureuses.

2 *janvier* 1892. — Magnifiques chaînes de Fragillaires et de Mélosires ; Navicules très variées ; Synèdres, Nitzschies, linéaires et sigmées pleins de vie. Les algues vertes sont vigoureuses, et les Infusoires sont fréqnents, surtout les Rhizopodes.

21 *janvier*. — Même résultat. Le dépôt de la culture est jaune verdâtre ; les diatomées en chaînes sont superbes, et les Synèdres très beaux ; les infusoires sont de forme variée : Paramœcies, Vorticelles, Actinophrys, etc... ; les algues sont toujours très vigoureuses.

Les deux macérations stérilisées au préalable et ensemencées avec le liquide des ampoules de la culture chauffée à 35° donnent les diverses Diatomées signalées dans la culture mère ; cependant les Pleurosigmes n'ont pas germé et les algues vertes prédominent beaucoup plus que dans cette dernière.

Donc, déjà à 35 degrés comme on vient de le voir, les Diatomées souffrent manifestement de cette température relativement modérée. En effet, toutes ces algues voient leur mobilité suspendue passagèrement ; les Diatomées de grande forme restent plusieurs jours comme meurtries, tandis que les algues vertes peuvent, pendant ce temps d'arrêt du développement des Diatomées, prendre une avance qu'elles ne perdent plus tard que lentement.

Marchons maintenant par étapes d'une amplitude moindre, et suivons attentivement ce qui va se passer quand nous élèverons successivement la température de 2 en 2 degrés.

Expérience IV. — *Diatomées soumises à* 37°,7-38°,2 *centigrades.*

16 *décembre* 1891. — La culture n° 2 du 4 décembre est utilisée pour cette expérience ; trois ampoules en reçoivent une partie, et sont, avec elle, soumises 2 heures à la température de 37°,7 à 38°,2.

Disons d'abord que cette culture n° 2 du 4 décembre est très riche en Navicules, Gomphonèmes, Cymatopleures, Surirelles, frustules linéaires, au nombre desquels se voient de belles Astérionelles, etc.

Après 2 *heures* d'exposition à la température indiquée, les algues vertes et les Desmidiées ne paraissent pas avoir trop souffert. Les Diatomées ont perdu *toute mobilité*, le protoplasma jaune des frustules s'est rétracté, et on aperçoit de nombreux globules huileux qui atteignent parfois des dimensions énormes dans les Mélosires et les Surirelles ; notons que le protoplasma n'a pas subi la *dégénérescence granuleuse*.

20 *décembre*. — 4 jours après l'expérience, toutes les Diatomées

sont encore immobiles; leur endochrome jaune a beaucoup pâli; les Protozoaires sont à peu près exclusivement représentés par des Amibiens de toutes tailles. Les Desmidiées et quelques Oscillaires se rencontrent fréquemment pleines de santé; quant aux chaînes des Mélosires et des Fragillaires, il est difficile de se prononcer sur leur vitalité, plusieurs d'entre elles sont rompues en fragments.

24 *décembre.* — Algues vertes nombreuses; filaments de Mélosires nombreux; innombrables Navicules de petites formes mobiles et bien endochromées; les Diatomées linéaires de grande forme (Synèdres, Nitzschies, etc.) font défaut. Amibes fréquentes.

31 *décembre.* — Les algues vertes ont pris un accroissement très considérable; les Synèdres, Nitzschies, Astérionelles semblent s'être définitivement évanouies, leurs frustules sont vides; beaucoup de Navicules sont au contraire très mobiles, et les Amibes sont toujours prospères.

4 *janvier* 1892. — Les Diatomées en nacelle sont très fréquentes, les Mélosires vigoureux; les algues vertes ont pris un développement extrême, les Amibes sont assez rares et peu alertes.

14 *janvier.* — Le dépôt de la culture examiné ne montre pas d'Infusoires; il est uniquement constitué par des algues vertes, des zooglées bactériennes, des chaînes de Fragillaires et des Diatomées de forme naviculaire. Contre la paroi verticale du vase, il existe des taches jaunes exclusivement formées par des filaments massifs d'espèces naviculaires agrégées par un ciment incolore gélatineux suivant toute vraisemblance.

Le liquide des trois ampoules chauffé à 37°,7-38°,2 donne naissance à des Fragillaires, à des Mélosires, aux espèces naviculaires qui viennent d'etre signalées, à de belles algues vertes; mais on ne rencontre plus parmi les microphytes éclos : les Synèdres, les Astérionelles et les longues Nitzschies qui se voyaient primitivement en si grande abondance dans la culture mère.

L'expérience IV est des plus intéressantes, en ce sens que la température voisine de 38 degrés se montre nettement destructive pour une grande quantité de Diatomées. Les grandes formes ont toutes succombé à l'action d'une chaleur qui ne dépasse guère celle du corps humain; d'autres Diatomées : des Navicules, des Surirelles, des Nitzschies, de forme réduite, de filaments de Mélosires, des Fragillaires, l'ont supportée victorieusement; cependant, parmi les cellules composant les filaments de ces dernières Diatomées, il n'est pas rare d'y remarquer des frustules morts qui font l'effet de corps étrangers interposés entre des articles vivants et bien endochromés; ce der-

nier fait démontre que même chez les Diatomées d'une même espèce la résistance vitale est inégale, et qu'à une température extrême le sort de beaucoup d'entre elles est de périr, alors que plusieurs peuvent continuer à vivre. La même expérience établit que les Chlorophycées supportent en général mieux la chaleur que les Diatomées, et qu'enfin les Protozoaires sont presque tous détruits par la température de 38 degrés à l'exception de plusieurs genres de Rhizopodes.

EXPÉRIENCE V. — *Diatomées soumisès à* 39°,7-39°,9 *centigrades.*

9 *janvier* 1892. — Comme précédemment, une partie d'une culture de Diatomées très prospère du 28 décembre, est répartie dans deux ampoules, qu'on porte à la température de 39°,7-39°,9 pendant 2 heures.

Au bout de 1 *heure* l'endochrome de la plupart des Diatomées est devenu *granuleux*, il s'est rétracté contre la paroi des valves, notamment dans une forme géante de *Synedra ulna;* beaucoup de globules huileux sont mis en évidence. La mobilité de tous les frustules est abolie.

Après 2 heures d'action de la température, 39°,7-39°,9, le protoplasme des Diatomées est complètement *granuleux;* dans certaines d'entre elles l'endochrôme semble avoir tout à fait disparu ; les infusoires paraissent tous morts, les algues vertes paraissent avoir moins souffert.

12 *janvier.* — Les filaments des Mélosires et des Fragillaires sont brisés et en paquets, le protoplasma *granuleux* et *vert* des frustules a presque complètement disparu, ou se trouve épars en tas de très faible étendue dans l'intérieur des valves. Les algues vertes de forme globuleuse se multiplient au contraire activement. Amibes belles et voraces.

23 *janvier.* — Desmidiées très nombreuses et prospères. La mort des Mélosires est douteuse ; les frustules des grandes Diatomées sont à peu près vides. Les Amibes sont devenues plus rares; on distingue plusieurs petits Flagellés ; une Diatomée de forme naviculaire est aperçue *vivante.*

1er *février.* — La couleur du dépôt de la culture est vert pré, les espèces naviculaires de grandeur et de forme différentes sont très mobiles ; la vitalité des Diatomées filamenteuses est toujours douteuse ; quant aux grands Synèdres et Nitzschies, leur mort paraît définitive. Il n'est pas aperçu de Protozoaires.

12 *février.* — Protocoques et algues vertes très fréquents ; Diatomées à frustules ovalaires et en fuseau, mobiles et nombreuses ;

Mélosires et Fragillaires vivants; les grands frustules sont vides. Quand au contenu des deux ampoules, il donne naissance au *Surirella ovata*, au *Nitzschia thermalis*, à quelques autres espèces naviculées et à un grand nombre d'algues vertes.

Nous arrivons à un degré de chaleur auquel succombent la plupart des Diatomées vulgaires vivant dans nos climats ; voyons si quelques-unes de ces algues fragiles peuvent supporter sans dommage une température supérieure de plusieurs degrés, à la température de 40 degrés qui leur paraît si fatale.

EXPÉRIENCE VI. — *Diatomées soumises à* 42°, 0-42°, 2 *centigrades.*

23 *janvier* 1892. — Une culture du 5 janvier contenant de magnifiques Mélosires, des Fragillaires, des Gomphonèmes, des Nitzschies, des Synèdres. etc..., de belles algues vertes et peu d'infusoires est portée pendant 2 heures à 42°,0,-42°,2. Trois ampoules contenant les microphytes de cette culture sont soumises au même degré de chaleur.

Après 2 *heures de chauffe*, le dépôt du vase qui était *jaune d'or* avant l'immersion dans le bain-marie, sort coloré en *vert*. Les Diatomées sont *immobiles*, leur endochrome est devenu *vert* et *granuleux*, à côté de lui s'aperçoivent de grosses gouttes huileuses, pas d'Infusoires vivants ; plusieurs algues vertes sont décolorées ; d'autres au contraire conservent leur couleur naturelle.

25 *janvier*. — Le surlendemain, la culture chauffée offre le même aspect, on ne saurait affirmer si en dehors des bactéries quelques algues sont encore vivantes.

29 *janvier*. — La plupart des grandes Diatomées offrent toujours un protoplasma *rétracté*, *vert* et *granuleux;* les Mélosires sont remplies d'immenses gouttes huileuses ; les préparations montrent des formes naviculaires mobiles, normalement endochromées. Il n'est pas aperçu d'infusoires vivants.

3 *février*. — Le spectacle a peu changé : les frustules des Synèdres, etc... et des Diatomées de grosseur moyenne, les Cymotopleures, les Gonphonèmes, les Surirelles offrent toujours un protoplasme *vert* et *granuleux*, on n'y aperçoit plus de gouttes huileuses, sauf dans les Mélosires. qui en présentent encore d'assez volumineuses. Pas d'Infusoires ni d'Amibes. Beaucoup d'algues vertes paraissent vivantes, enfin le liquide est sillonné par les formes naviculaires déjà observées le 25 janvier.

10 *février*. — Algues vertes très abondantes; les frustules des Diatomées de grande forme sont vides ou montrent un reste de pro-

toplasme *vert* et *granuleux ;* les Mélosires sont fréquents et vivants ainsi que l'espèce naviculaire qui n'est autre que le *Nitzschia thermalis*, accompagné de ses variétés.

Le liquide des trois ampoules ensemencé donne de très belles cultures où le *Nitzschîa thermalis* se montre à l'état de pureté et seulement accompagné d'algues vertes.

Les espèces qui ont survécu à la chaleur de 42 degrés sont, comme on voit, en bien petit nombre, une Nitzschie et un Mélosire. Élevons encore de quelques degrés la température du bain, et nous ne verrons plus survivre une seule Diatomée.

Expérience VII. — *Diatomées soumises à 44°,5 centigrades*

29 *janvier* 1892. — La culture utilisée dans cette expérience est celle qui porte le n° 8 qui date du 15 janvier ; elle est de toute beauté : les algues vertes et les Infusoires y sont très peu fréquents; c'est surtout les Diatomées qui y abondent : Navicules variées, Synèdres, Nitzschies rectilignes et sigmées, Astérionelles, Amphores, Gomphonèmes, Pleurosigmes, etc., se comptent par milliers dans chaque préparation.

Deux ampoules reçoivent quelques centigrammes de ce dépôt émulsionné avec l'eau de la culture, et sont soumises en même temps que cette dernière à l'action de 44°,5.

Après *deux heures* de cette température, le protoplasma des diatomées qui s'est *peu rétracté* est devenu *granuleux;* les globules huileux font souvent défaut, les infusoires paraissent tués; les algues vertes semblent avoir plus vaillamment supporté cette température.

3 *février*. — Dans les grandes formes comme dans les petites. les frustules montrent un protoplasma *granuleux*, dépourvu de sphérules huileux, l'immobilité des Diatomées est absolue ; beaucoup d'algues ont leur protoplasma granuleux. Pas d'Infusoires vivants, au contraire d'assez nombreuses bactéries parcourent le champ du microscope.

10 *février*. — La culture n'offre plus qu'un dépôt *grisâtre* ; l'endochrome des Diatomées *rétracté* vers le centre des valves est en faible quantité: *incolore* et *granuleux*. Les algues sont mortes et ne présentent plus leur couleur verte, sauf les Protocoques.

29 *février*. — Même résultat.

Le liquide qui a reçu le contenu des deux ampoules à la date du 29 janvier n'a donné lieu à aucun développement de Diatomées, d'algues vertes ou d'Infusoires.

En un mot, la température de 44°,5 paraît avoir été aussi fatale aux Diatomées que celle de 50 degrés.

Les résultats fournis par les expériences qui précèdent, peuvent se résumer en quelques mots :

A 50 degrés, les Diatomées, les Chlorophycées et les Protozoaires sont radicalement détruits ;

A 30 et 31 degrés, les Diatomées souffrent en général assez peu ;

A 35 degrés, plusieurs espèces de Diatomées supportent beaucoup moins bien ce degré de chaleur que les algues vertes, notamment les Diatomées de grande dimension;

A 38 degrés, beaucoup d'espèces frustulaires sont déjà détruites, tandis que d'autres supportent assez aisément l'élévation momentanée de cette température ;

A 40 degrés, succombent la plupart des Diatomées vivant dans nos climats tempérés ;

A 42 degrés, disparaissent toutes les Diatomées, à l'exception de quelques rares espèces ;

A 45 degrés, la destruction de ces algues siliceuses est absolue.

Évidemment ces déductions ne sont applicables qu'aux Diatomées de troisième et quatrième génération, sur lesquelles j'ai fait agir la chaleur ; cependant le nombre des espèces soumises à mes expériences est assez élevé, pour que je puisse attribuer à ces essais une certaine exactitude et une certaine généralité.

D'après les préparations qu'a confectionnées M. Tempère avec les cultures artificielles que je lui ai fournies, voici la liste des principales Diatomées qui ont été soumises à l'action de la chaleur.

Achnantes exilis	Kz.	*Fragilaria* Var. *binodis*.	Ehr.
» *minutissima*.	Ehr.	*Fragilaria venter* . . .	Ehr.
Amphora affinis	Kz.	*Gomphonema olivaceum*	Kz.
» *pediculus*. . .	Grun.	*Melosira varians*	Ag.
Asterionella formosa. .	Gr.	» *Jürgensii* . . .	Ag.
Coconneis placentula . .	Ehr.	*Meridion circulare* . . .	Ag.
Cymatopleura solea. . .	Bréb.	*Navicula Brebissonii* . .	Kz.
Diatoma vulgare	Bory.	» *cryptocephala*.	Kz.
Encyonema turgidum. .	Gre.	» *affinis*.	Ehr.
Fragilaria construens .	Ehr.	» *gregaria* . . .	Donk

Navicula mesolepta . . .	Ehr.	*Nitzschia elegantula* . .	Grun.
» *ambigua* . . .	Ehr.	» *thermalis*. . .	Norm.
» *amphisbœna* .	Bor.	» *acicularis*. . .	Sm.
» *radiosa*	Kz.	*Pleurosigma attenuatum*	W.Sm
» *acuta*.	Grun.	*Rhoïcosphœnia curvata*.	Gr.
» *rhyncocephala*	Kz.	*Synedra ulna* et ses var.	Ehr.
Nitzschia sigmoïdea . .	Sm.	*Surirella minuta*	Breb.
» *linearis*. . . .	Sm.	» *ovata*	Kz.
» *vitrea*.	Norm	» *angusta*. . . .	Kz.

Ces conclusions comportent quelques enseignements que je vais passer rapidement en revue :

1° Il est essentiel de soustraire les cultures artificielles des Diatomées marines et d'eau douce à une température supérieure à 30 degrés ; autrement dit, à l'action directe des rayons solaires, à moins d'enlever à ces rayons leur pouvoir calorifique en les dirigeant à travers une substance athermane, ou ce qui simplifie l'opération, en plaçant les cultures à l'ombre. On objectera, il est vrai, que les diatomées croissent dans la nature sous les radiations directes de l'astre du jour, mais alors, ou les Diatomées sont dans la mer et les cours d'eaux, dont la température s'élève rarement dans nos climats, même pendant les fortes chaleurs de l'été, au-delà de 25 à 26 degrés, ou dans les fossés et les mares stagnantes dont la température ne dépasse guère 30 degrés à cause de la triple cause de refroidissement due : à l'air, au froid résultant de l'évaporation de l'eau, et enfin au rayonnement du sol dont le degré de chaleur pendant les saisons chaudes, à 2 centimètres, 10 centimètres, 20 centimètres et 30 centimètres ne dépasse pas 20 degrés et 18 degrés à 1 mètre de profondeur, tandis qu'à la surface du sol, sur le gazon et sans abri, le thermomètre peut monter, d'avril en octobre, à des températures maxima fatales aux Diatomées (40°-50°).

Les cultures artificielles de ces algues, d'un volume de 2 à 50 centimètres cubes de liquide, ce sont les cultures que j'emploie le plus fréquemment, peuvent être considérées comme des réservoirs thermométriques placés sur le sol, ainsi que l'expérience le démontre d'ailleurs, et à ce titre elles doivent être soustraites aux radiations directes

du soleil, ou sinon refroidies par un courant d'eau lent et continu, procédé qui ne présente aucune difficulté pratique ;

2° Les Diatomées offrant une résistance inégale à l'action de la chaleur, on peut utiliser cette propriété pour les isoler les uns des autres, méthode qui, jointe aux nombreux moyens dont l'observateur dispose pour séparer les frustules de ses algues, permet d'obtenir aisément des cultures à l'état de pureté ;

3° Des observations consignées dans les sept expériences précédentes, on peut déduire quelques faits sur les modifications profondes qu'un degré de chaleur même relativement modéré, introduit dans ce protoplasme des diatomées ; nous avons vu que l'endochrome jaune commence par se rétracter généralement contre les parois pariétales des valves, et met à jour de nombreux globules huileux; si la chaleur augmente, le protoplasme verdit, puis devient granuleux, et se détache des parois du frustule , à ce moment, la cellule peut être considérée comme morte, c'est du moins ce que démontrent les ensemencements négatifs qu'on obtient avec les Diatomées qui présentent cet aspect.

On pourrait se demander ce que devient dans ce dernier cas la phycoxanthine ou la phylloxanthine qui disparaît ainsi dès 40 degrés, alors qu'on affirme qu'elle est insoluble, même dans l'eau bouillante; pour quelle cause les Diatomées perdent-elles leur couleur jaune et ne montrent plus qu'une substance verte analogue à la chlorophylle ? Cette question me paraît d'autant plus intéressante à résoudre, qu'on peut obtenir la disparition de la phycoxanthine, à la température de 10 à 12 degrés, en agissant sur ces algues par d'autres moyens que par la chaleur.

Je reviendrai ultérieurement sur ce sujet, bien que j'attache une importance très relative aux teintes diverses de Diatomées depuis que je suis parvenu à les cultiver absolument incolores, sans leur faire perdre de leur vitalité, et sans ralentir en apparence leur multiplication.

LA MICROPHOTOGRAPHIE

ET LES AGRANDISSEMENTS POSITIFS DIRECTS

Par FABRE-DOMERGUE

Celui qui entreprendrait de faire de la photographie microscopique dans le but d'obtenir la reproduction irréprochable de ses préparations et dans l'espoir de s'éviter la peine de les dessiner s'exposerait à de fréquents mécomptes. C'est presque toujours ainsi cependant que débute le micrographe désireux de s'adjoindre le concours si précieux de la plaque photographique. Au bout de quelques tâtonnements il s'aperçoit vite de son erreur et ne tarde pas à abandonner la partie. Connaissant par expérience ces diverses étapes, j'ai pourtant été contraint d'admettre l'utilité relative mais réelle de la microphotographie à la condition toutefois que, réduite au rôle modeste d'auxiliaire, elle se plie aux exigences de la technique habituelle et qu'en revanche, le micrographe qui veut que la plaque sensible soit faite pour les préparations et non les préparations pour la plaque sensible n'exige point de celle-ci une perfection à laquelle celles-là ne peuvent elles-mêmes prétendre.

Quand nous examinons une préparation microscopique bien plane, colorée à souhait et proprement montée, nous constatons cependant que, malgré sa finesse, nous devons mouvoir la vis micrométrique pour la pénétrer totalement et en distinguer les divers plans. Ce mouvement de la vis doit être d'autant plus accusé que l'objectif est plus puissant. Si, après avoir effectué une mise au point rigoureuse d'une des parties de la préparation, nous la considérons sans faire varier le point, nous constatons que sa netteté est loin d'être uniforme. Certains détails se confondent et disparaissent, alors que d'autres — ceux qui ont été spécialement visés — demeurent bien accusés. Le phénomène

s'accentue par l'emploi des objectifs forts, ce qui revient à dire que la pénétration de l'objectif microscopique est en raison inverse de son angle d'ouverture, de son pouvoir amplifiant. Or, tandis que le dessinateur superpose tous les plans qu'il observe au moyen de mises au point successives, la microphotographie au contraire ne reproduit qu'un seul de ces plans, celui qu'on a mis au point avant l'impression de la plaque, et il s'ensuit fatalement que jamais une photographie effectuée avec les moyens optiques dont nous disposons actuellement ne donnera l'impression d'un bon dessin micrographique. Elle la donnera d'autant moins que l'on aura employé un plus fort grossissement et l'on peut justement comparer la plaque sensible à un dessinateur qui serait tenu de ne pas bouger la vis micrométrique pendant qu'il dessine au microscope.

Il nous reste à nous demander si l'emploi de la photographie, considérée comme auxiliaire, est réellement utile, si l'on gagne du temps et de la précision en remplaçant la chambre claire par l'objectif photographique. A n'envisager que le petit nombre de ceux qui se servent couramment des procédés photographiques, la réponse n'est pas douteuse, car la plupart des micrographes préfèrent esquisser le dessin dans ses grandes lignes au moyen de la chambre claire et le terminer ensuite en observant au microscope. Cette défaveur de la microphotographie tient d'une part à la cause que j'ai donnée plus haut, à savoir les exigences de ceux qui demandent au procédé plus qu'il ne peut donnner, d'autre part et surtout, je crois, à la façon peu pratique dont sont disposés la plupart des appareils. Bancs optiques, loupes, lampes, etc., tout concourt à compliquer une opération bien simple et à en faire un véritable labeur de spécialiste, trop absorbant et trop long. Comment ne pas se rebuter quand, au milieu d'une observation, il faut se déranger, mettre en train un appareil formé d'une foule de pièces, allumer une lampe *ad hoc*, etc., pour obtenir un cliché flou ayant tout juste la valeur d'une bonne esquisse à la chambre claire quoique obtenu avec dix fois plus de peine et de perte de temps ? La microphotographie ne peut être considérée comme un bon moyen de travail que si elle l'emporte en rapidité, en précision et

en commodité sur la vulgaire mais simple chambre claire, et j'avoue n'avoir pas rencontré ces qualités quand j'ai voulu m'en servir avec les combinaisons compliquées des appareils en vogue.

J'ai pensé alors à revenir au système si parfait et si pratique de l'un des promoteurs de la microphotographie, Moitessier, et à me servir d'une toute petite chambre adaptée directement au microscope donnant des images petites mais d'une netteté parfaite. Ce système offre actuellement beaucoup plus d'avantages qu'au moment où on l'a préconisé ; les glaces sont plus sensibles et les procédés d'agrandissement simplifiés à tel point qu'il est aussi facile aujourd'hui de tirer d'un petit cliché une épreuve agrandie que d'en faire un positif par contact au châssis-presse.

Le procédé auquel j'ai recours et que je me propose de résumer ici n'est donc que l'application des nouveaux perfectionnements de la photographie à un ancien mode opératoire tombé en désuétude et dont le seul défaut consistait à donner des épreuves trop petites pour être directement utilisées. Amélioré par la méthode d'agrandissement, il l'emporte à coup sûr en économie en simplicité et en rapidité sur tous les autres.

L'opération se réduit à ceci : la préparation à photographier étant bien éclairée, sans changer le microscope de sa position et de sa place habituelle, je prends dans mon tiroir la petite chambre noire qui mesure 5 centimètres de côté sur 4 centimètres d'épaisseur, j'enlève l'oculaire que je remplace par la chambre, munie de son verre dépoli. La mise au point s'effectue très rapidement ; il ne reste plus qu'à charger la chambre à faire la pose et à développer. L'image qui mesure 25 millimètres de diamètre est agrandie ensuite sur papier Eastmann à la chambre noire.

Comparons rapidement ce procédé à celui qui consiste à recevoir sur le verre dépoli l'image de l'objet directement agrandie par un oculaire à projection. Les appareils basés sur ce principe se composent d'un long bâti horizontal sur lequel se succèdent une chambre noire à long tirage, un microscope horizontal, une série d'accessoires divers et enfin la source de lumière. L'image devant être

obtenue d'emblée à la dimension désirée, il est nécessaire de développer la chambre noire sur une très grande longueur. La mise au point de la préparation s'effectue par une transmission de mouvements car l'opérateur ne peut être à la fois à son microscope et à son verre dépoli. La perte de lumière considérable qui résulte de l'agrandissement direct rend la mise au point difficile ; elle exige un temps de pose très long qui, pour être abrégé exige demande l'emploi de la lumière oxyhydrique ou électrique, ou tout au moins d'une lampe à pétrole spéciale. Si encore, par l'emploi de l'oculaire à projections, l'on augmentait la netteté de la reproduction, tous les inconvénients inhérents à la complication de l'appareil disparaîtraient devant le résultat final, mais il n'en est malheureusement pas ainsi. *L'oculaire à projections reprend l'image et l'amplifie de la même manière et sans plus de bénéfice que l'objectif de l'appareil d'aggrandissement.* Le seul avantage théorique que présente l'emploi de l'agrandissement direct par l'oculaire à projections sur celui de la chambre Moitessier, c'est que le petit cliché fourni par celle-ci, quelle que soit la perfection de la mise au point, perd à l'agrandissement une partie de sa netteté par suite de l'imperfection de la couche sensible. Mais ce défaut est peu sensible quand on emploie des glaces à émulsion fine ; il disparaîtra complètement lorsque le gélatino-bromure d'argent sera perfectionné au point de donner des surfaces microscopiquement homogènes, telles que nous en offre le procédé à l'albumine, et, en pratique nous possédons déjà des couches sensibles assez parfaites pour que cet inconvénient soit compensé et au delà par les avantages de l'emploi des petites chambres microphotographiques dans la plupart des cas. Nous nous plaçons en effet, surtout ici, au point de vue de l'histologiste, de l'embryologiste et de l'anatomiste qui demandent plutôt à la photographie une *mise en place* exacte et rapide qu'une représentation complète de leur préparation. Les organismes microscopiques comme les diatomées, dont la classification est basée sur l'étude des stries de leur test ne pourraient peut-être fournir par ce moyen des images assez fines pour être agrandies. Mais il s'agit là d'un

problème particulier dont la solution exige des moyens également particuliers.

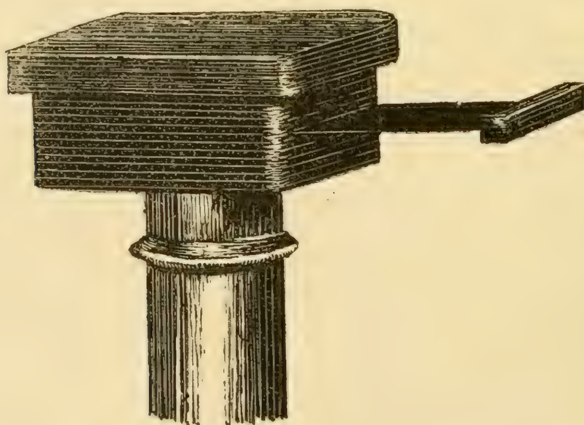
Le principe même du procédé nous dicte la division que nous devons établir dans sa description. L'obtention du petit cliché négatif sera l'objet d'une première partie. L'agrandissement de celui-ci en épreuve positive constituera la deuxième partie.

Dans la première partie il sera traité de la chambre noire à petits négatifs, de l'éclairage, du choix des glaces et des préparations, de la pose et du développement.

Dans la deuxième, nous aurons à nous occuper de la chambre d'agrandissement, de la mise au point, du choix du papier sensible et de son développement.

I. — Obtention du petit négatif

Chambre noire. — Le petit appareil primitivement construit par Moitessier était entièrement en cuivre et constitué par un tube qui prenait la place de l'oculaire du microscope. A ce tube était fixé un tiroir dans lequel glis-



Petite chambre 4 × 4 portée directement sur le tube du microscope.

sait un châssis à double volet contenant la glace sensible et susceptible de donner par un déplacement latéral et l'ouverture successive des volets deux épreuves du diamètre du tube du microscope. Pour fonctionner convenablement,

cette petite chambre noire demande à être construite avec beaucoup de précision. Toutes celles du commerce que j'ai eues entre les mains ne m'ont donné que des résultats médiocres, et j'ai préféré en construire une plus simple tout en bois. La chambre qui, est à la fois chassis porte-glace et porte-verre dépoli, se compose d'une petite boîte perçée en bas d'une ouverture ronde du diamètre du tube du microscope, et fermée en haut par un couvercle garni de velours. Le bas de la boîte porte une rainure dans laquelle glisse un volet de carton et un anneau garni de velours susceptible de recevoir le tube du microscope à frottement très doux. Cette dernière condition est très importante, car une pression trop forte sur le tube de bas en haut pourrait faire varier le point. La boîte peut contenir à volonté, soit une glace sensible 4×4, soit un verre finement dépoli. Le verre sur lequel sont tracées deux diagonales au rayon dur est muni à son centre d'une petite lamelle de verre mince collée sur la face dépolie avec du baume du Canada, qui forme ainsi une fenêtre parfaitement transparente par suite de l'égale réfringence du verre et de la substance unissante, dispositif qui facilite beaucoup la mise au point et que j'ai d'ailleurs adopté pour toutes mes chambres noires.

Éclairage. — La lumière artificielle, plus constante que celle du jour, convient très bien pour les reproductions photographiques de petit format. L'on peut se servir soit d'une lampe à pétrole à bec plat, soit d'une lampe à gaz albo-carbon. J'ai cette dernière au laboratoire à demeure sur ma table de travail, et je m'en sers indifféremment pour observer ou pour photographier. La lumière est reçue directement par le miroir, et renvoyée à travers le condensateur sur la préparation exactement comme pendant l'observation qui n'est pour ainsi dire pas interrompue.

Pour les photographies d'ensemble faites avec un objectif faible, je supprime le système optique du condensateur, et le remplace par un verre dépoli que je rapproche plus ou moins de la platine. L'éclairage doit être vif, mais gradué par l'emploi du diaphragme. La préparation ne doit être ni baignée de lumière au point de devenir floue, ni trop peu éclairée. En général, il faut photographier avec

l'éclairage que l'on aura reconnu le plus favorable à l'examen des détails que l'on veut reproduire. Abbe conseille de regarder dans le tube du microscope dont on a enlevé l'oculaire. On distingue alors au niveau de l'objectif deux champs lumineux concentriques, l'un central très brillant, l'autre plus sombre. Le rapport du premier au second doit être comme I : 3. En d'autres termes, le champ brillant devra avoir un diamètre égal au tiers du champ sombre. C'est aussi la meilleure condition d'éclairage pour l'observation directe.

L'emploi de la lumière monochromatique n'est pas toujours nécessaire ; je ne m'en sers que pour certaines préparations mal colorées dont je tiens à avoir quand même la reproduction, et j'interpose alors au-dessus du diaphragme iris un verre jaune composé de deux lamelles minces collées par du baume du Canada teinté d'acide picrique.

Choix des préparations. — Toute préparation microscopique est susceptible de fournir une épreuve photographique qui donnera exactement l'impression qu'aura perçue l'observateur en la mettant au point, puis en l'examinant sans toucher à la vis micrométrique. Par conséquent, la photographie sera d'autant plus nette, que la préparation sera plus mince, plus plane, plus propre et mieux colorée. Les corps isolés, les cellules dissociées, les microorganismes se reproduisent d'autant plus aisément, que leur relief est moins accentué. Les coupes les plus favorables à la photographie sont celles qui ont été incluses à la paraffine et colorées à la safranine, au carmin boraté ou borique, à l'éosine hématoxylique, au violet gentiane et éosine, puis montées dans le baume. Beaucoup de micrographes préfèrent encore le montage dans la glycérine et trouvent ce milieu plus favorable à la visibilité des fins détails de structure. Nous croyons pour notre part que l'emploi des colorations de fond (safranine Henneguy, picroxylol, éosine, etc.) permet toujours de différencier assez nettement le corps cellulaire et toutes les substances achromatiques pour en assurer la visibilité dans le baume. Ce véhicule a sur la glycérine l'avantage d'être permanent et de conserver indéfiniment les préparations.

Chacun a remarqué qu'une baguette de verre ordinaire

plongée dans un flacon de baume de Canada y devient invisible. Le verre possède à peu près l'indice de réfraction de cette substance et sa couleur. Mais, si au lieu d'une baguette de verre incolore nous jetons dans le flacon un agitateur de verre bleu, rouge ou vert, nous en discernerons parfaitement la forme et les contours. La coloration du corps cellulaire dans les préparations produit exactement le même résultat.

Mise au point. — La première précaution à prendre avant de se servir de la chambre photographique, c'est de se préserver des réflexions lumineuses provenant des parois internes du tube du microscope, et qui viendraient former sur le verre dépoli une zone lumineuse centrale entourée d'anneaux concentriques. Pour cela il suffit de garnir ce tube d'une gaine en velours noir. Cette gaine se fabrique aisément au moyen d'un morceau d'étoffe de $0^m,10$ de large que l'on colle sur un papier fort, et dont on fait un cylindre susceptible d'entrer à frottement doux dans le tube du microscope.

L'opérateur peut choisir entre deux méthodes de mise au point : la première consiste à répéter l'opération avant chaque photographie ; la seconde à calculer une fois pour toutes quel déplacement doit subir le système optique pour que l'image soit nette avec l'oculaire et ensuite sur le verre dépoli. Voici comment il faut procéder : la chambre noire est débarrassée de son couvercle, et son volet est tiré de façon à démasquer le verre dépoli. On l'ajuste alors sur le microscope porteur de la préparation à photographier après avoir ôté l'oculaire et garni le tube de sa gaine de velours. L'image vient se peindre plus ou moins confusément sur le verre dépoli, et on la met rapidement au point par un léger mouvement de la vis micrométrique. Mais, pour en effectuer une mise au point plus rigoureuse, il faut avoir recours à la loupe, et c'est alors que la petite fenêtre transparente se montre réellement utile. Le verre dépoli étant tourné de manière à recevoir l'image sur sa face dépolie, il est évident qu'une glace sensible venant occuper la même position recevra une image exactement semblable. Il faut donc que cette image présente au niveau de ce plan son maximum de netteté. Pour s'en assurer, on prend une loupe montée sur tube (loupe de mise au point des photo-

graphes), l'on met à son foyer les deux lignes de crayon tracées sur le verre, et, visant la région transparente du verre dépoli, on fait en sorte d'obtenir avec la même netteté l'image de la préparation et celle des traits tracés sur le verre. Plus la loupe est puissante, plus la précision de la mise au point est rigoureuse (1).

Telle est la méthode de mise au point la plus simple, celle à laquelle on peut avoir recours avant chaque opération. Nous pouvons cependant nous l'épargner. Si après la mise au point sur le verre dépoli, le tube du microscope étant compètement tiré, on enlève la chambre noire et qu'on la remplace par l'oculaire, on constate que l'image n'est plus au foyer, et que pour l'y ramener il faut ou bien allonger le tube du microscope, ou bien soulever un peu l'oculaire, ou bien encore tourner la vis micrométrique d'une quantité déterminée. Or il est évident que pour un même objectif et un même oculaire, cette quantité sera constante, quelle que soit la préparation à photographier. L'on peut donc pour chacun de ses objectifs mesurer le déplacement à effectuer, et se baser sur cette donnée toutes les fois qu'on s'en servira pour photographier. Par exemple : l'objectif n° 2, le tube du microscope étant rentré et l'oculaire enlevé, donne une image nette sur le verre dépoli de la chambre noire. Je remplace celle-ci par l'oculaire n° 1, et, sans toucher au mouvement micrométrique, j'allonge le tube du microscope jusqu'à la mise au point parfaite. Cela fait, je constate qu'il a fallu un allongement de 20 millimètres ; je note cette longueur une fois pour toutes, et je sais que toutes les fois que j'observerai une préparation avec cette combinaison optique et cette longueur de tube, je n'aurai pour obtenir une image nette sur le verre dépoli de la chambre noire qu'à raccourcir le tube de 20 millimètres.

Bien que très précise, cette méthode présente plus de causes d'erreurs que la précédente, surtout quand il s'agit de forts grossissements. Pour ceux-ci, en effet, le déplace-

---

(1) Mon exellent collègue et ami, M. Dietrix, préparateur à l'école des hautes études, a eu l'idée de faire monter pour cet usage une loupe de Brücke sur un tube. Cette combinaison constitue la meilleure loupe de mise au point.

ment est si faible, qu'on le détermine difficilement. D'autre part, la mise au point à la lampe est si simple et si rapide, qu'elle ne demande guère plus d'une minute, et elle permet de mieux juger l'ensemble de l'objet à reproduire.

Les dimensions relatives de l'image projetée sur le verre dépoli peuvent être modifiées dans une certaine mesure. Les épreuves ayant toutes le même format de 25 millimètres, mais pouvant recevoir ensuite l'amplification la plus favorable à la visibilité des détails, l'on comprend qu'il importe moins ici de donner telle ou telle taille à un objet quelconque, que de l'encadrer convenablement dans le champ de manière soit à le montrer tout entier, soit seulement à mettre en lumière une de ses parties. Il est facile d'agrandir à volonté la partie importante de la préparation, de la renfermer seule dans le champ de projection. en allongeant plus ou moins le tube du microscope. Si, au contraire, c'est une vue d'ensemble très étendue que l'on désire avoir, il suffit de se servir de l'objectif le plus faible, et de raccourcir le plus possible la distance entre lui et le verre dépoli.

Choix des surfaces sensibles. — Cette question est la plus importante à bien connaître car, c'est d'elle que dépend la perfection du procédé. Nous allons donc nous étendre un peu sur les qualités que doit posséder une surface sensible capable de rendre les finesses du sujet après l'épreuve de l'agrandissement.

L'on comprend aisément que sur un cliché de 25 millimètres de diamètre la moindre tache acquiert une importance considérable et suffit parfois pour le perdre ; mais là n'est pas l'écueil principal. Nous trouvons dans le commerce des glaces suffisamment bien préparées pour n'avoir pas trop à le redouter.

Plus la couche sensible présentera d'homogénéité, et plus les détails de l'image conserveront leur netteté à l'agrandissement. Le procédé de préparation des plaques à l'albuminate d'argent serait sous ce rapport le meilleur de tous, le seul qui doive être employé puisqu'il fournit des couches absolument dépourvues de granulations. Malheureusement ce procédé est long et délicat; les glaces à l'albumine sont d'une lenteur considérable, et exigeraient dans le cas qui

nous occupe des poses de plusieurs minutes à la lumière du jour. Nous devons donc y renoncer à regret pour la pratique journalière tout en le considérant comme le type idéal de la finesse photographique. Le procédé du collodion humide ou celui du collodion sec, intermédiaire entre l'albumine et le gélatino-bromure, ne nous paraît pas supérieur à ce dernier. Il nous reste donc à choisir entre les glaces au gélatino-bromure du commerce. Parmi ces glaces, les unes sont très rapides et destinées à la photographie instantanée, les autres sont plus lentes et destinées aux reproductions. Or le grain de l'émulsion du gélatino-bromure étant d'autant plus gros que la couche est plus sensible, nous devrons, sacrifiant l'extrême sensibilité dont nous n'avons que faire à la finesse dont nous avons besoin, choisir les glaces les plus lentes à impressionner. Celles-ci donnent d'ailleurs des épreuves plus fouillées, plus harmonieuses que les glaces extra-rapides. Je me suis arrêté aux glaces Lumière (marque rouge : projections). Leur finesse est assez grande pour tolérer un agrandissement de trois diamètres sans perte appréciable de netteté (1).

Pose. — Quand la mise au point est rigoureusement assurée, il ne reste plus qu'à séparer la chambre du microscope, à la débarrasser de son verre dépoli, et à la porter dans le cabinet noir où elle est garnie d'une glace sensible. On en ferme naturellement avec soin le volet et le couvercle pour éviter l'accès des rayons lumineux. Sans toucher au microscope et le plus doucement possible, on remet la chambre en place, on masque le miroir avec un carton quelconque, et tirant le volet on laisse agir la lumière.

Le temps de pose varie beaucoup selon le grossissement de l'objectif, la nature de la préparation, etc., mais il est à coup sûr très réduit et ne constitue pas une perte de temps. Quelques essais permettent assez facilement d'opérer en-

---

(1) Pour éviter une cause d'altération de l'image très importante pour un petit cliché, à savoir la double reflexion et l'épaisissement de lignes qui en résultent. J'ai pensé à remplacer le verre blanc sur lequel on étend d'habitude l'émulsion par du verre rouge talqué. J'espère, grâce à la compétence de M. Lumière et à son inépuisable complaisance bien connue de tous ceux qui y ont eu recours pour leurs travaux, pouvoir consigner le résultat de mes essais dans la deuxième partie de cet article.

suite à coup sûr. Pour en donner une idée approximative, je dirai qu'en prenant comme source lumineuse la lampe albo-carbon, comme surface sensible les glaces Lumière (rouge), et comme sujet à reproduire une coupe de tissu épaisse de 1/200 colorée à la safranine et au picro xylol j'ai posé: avec l'objectif 2 Dumaige, 25 secondes; avec l'objectif 5 Dumaige, 1 minute; avec l'objectif 9 de Leitz, 5 minutes.

Développement. — Ce n'est pas ici le lieu d'écrire un traité du développement des glaces photographiques, et je dois me borner à renvoyer le lecteur aux ouvrages spéciaux. Il trouvera notamment dans le *Traité du développement* de M. Londe un très bon exposé de la méthode rationnelle de développement à l'acide pyrogallique. C'est à elle que je donne la préférence. Toutefois étant donnée la constance des deux facteurs — source lumineuse et temps de pose, — les développateurs automatiques à l'iconogène et à l'hydroquinone pourront après quelques essais préliminaires donner d'excellents résultats.

(*A suivre.*)

REVUES ET ANALYSES (1)

P.-A. Dangeard. — **La nutrition animale des Péridiniens** (*Le Botaniste*, 3e série, 1er fascicule, 15 février 1892).

La plupart des Péridiniens possèdent des phéoleucites qui leur permettent de vivre à la manière des algues ordinaires ; ils ont une nutrition dite « holophytique » ; mais quelques espèces cependant sont dépourvues de ces corpuscules bruns, leur protoplasma est incolore : quel est leur mode de nutrition ?

M. Dangeard, après avoir exposé la bibliographie du sujet, décrit ses observations personnelles dans l'ordre suivant :

I. Description et détermination du Péridinien étudié qui est le *Gymnodinium Vorticella* Stein ;

II. Nature des aliments : ces derniers sont le *Chlamydomonas globulosa* Perty et le *Cryptomonas cyanea* Dangeard ;

III. Ingestion des aliments. Ce chapitre est l'un des plus intéressants. Le Péridinien possède deux mouvements : l'un de translation directe, l'autre de rotation sur place : ce dernier est adapté à la préhension des aliments. Le sillon transversal qui sépare en deux le corps, produit une encoche à un endroit qui peut être considéré comme la bouche. On voit les individus dans les cultures se mettre à la recherche d'une proie ; ils tâtent, pour ainsi dire, autour des algues cherchant celle qui leur convient. Quand ils l'ont trouvée, ils s'orientent et, au moyen de leur mouvement de rotation de droite à gauche, ou de gauche à droite, ils arrivent à mettre l'algue au niveau de la bouche. Autrement dit, dans le mouvement de rotation, l'algue se trouve butée par l'encoche : le Péridinien s'arrête, un lambeau de protoplasma sort du fond de l'encoche, entoure l'algue et l'entraîne à l'intérieur du corps très rapidement. Le détail de certaine observation tendrait à faire admettre chez cet être un véritable instinct ;

IV. Nutrition et expulsion des résidus. Les résidus de la digestion sont expulsés entre les deux membranes d'un kyste qui ressemble à celui des Vampyrelles ; on ne connaissait jusqu'ici rien de semblable dans le développement des Péridiniens, et l'auteur

(1) Les travaux qui rentrent dans le cadre des *Annales de micrographie* seront analysés au fur et à mesure de leur réception au bureau du journal.

pense que le groupe des Péridiniens se relie assez étroitement par la base aux Rhizopodes inférieurs par l'intermédiaire des formes incolores dépourvues de membrane ;

V. Ce chapitre est une comparaison des résultats obtenus par Schilling avec ceux qui précèdent ;

VI. Le dernier chapitre contient quelques notions sur d'autres Péridiniens d'eau douce : on y trouve en particulier un mode d'enkystement du *Ceratium tetraceros* et la liste des espèces rencontrées par l'auteur avec leur habitat.

Deux planches accompagnent le texte.

L'attention des naturalistes ne peut manquer de se porter vers l'étude plus approfondie de ce groupe si intéressant et encore si mal connu des Péridiniens. Dr E. S.

Byron D. Halsted. — **Les bactéries des melons** (*The Botanical Gazette*, n° 11, 1891).

Sous ce titre, l'auteur décrit une maladie due à des bactéries qui s'est montrée sur diverses cucurbitacées, telles que les melons et les concombres : les spécimens attaqués venaient de Bangov et des parties centrales du New-Jersey.

L'aspect des plantes malades était assez variable : la pourriture pouvant envahir les tiges, les feuilles et les fruits; les tissus décomposés étaient remplis de bactéries.

Restait à prouver que ces bactéries étaient bien la cause de cette maladie; c'est ce qui a été fait au moyen de nombreuses inoculations : le résultat a été concluant; les parties de la plante qui étaient inoculées avec ces bactéries ne tardaient pas à pourrir.

Dans une autre expérience, seize graines avaient été semées en deux lots, dans deux pots différents, placés dans les mêmes conditions : l'un des pots fut arrosé avec de l'eau contenant ces bactéries; il ne montra que deux germinations qui ne tardèrent pas à mourir, alors que, dans l'autre pot, les germinations se développèrent en plantes vigoureuses.

Ces bactéries peuvent également produire la pourriture des tomates et celle des tubercules de pomme de terre.

P. A. D.

A. Famintzin. — **Une nouvelle forme de Bactérie** (*Bulletin de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg*, t. XIII).

Cette Bactérie n'est pas sans analogie avec une forme décrite par Metschnikoff sous le nom de *Pasteuria ramosa* et trouvée dans la

cavité du corps des *Daphnia pulex* et *D. magna* : elle en diffère cependant assez pour constituer un nouveau genre sous le nom de *Nevskia ramosa*.

La colonie est formée par un plus ou moins grand nombre de pédicelles gélatineux, supportant chacun à leur extrémité une cellule allongée transversalement; cette cellule est en général deux ou trois fois plus longue que large; elle contient une grande quantité d'huile qui peut être enlevée au moyen de l'alcool.

Le développement de la colonie a lieu de la manière suivante : une cellule isolée produit une assez grande quantité de gélatine qui, s'accumulant d'un seul côté, forme une sorte de large pédicelle ; la cellule s'allonge transversalement au sommet de ce pédicelle et finalement se divise en deux; chacune de ces dernières sécrète également de la gélatine, et une nouvelle division s'effectue; ainsi chaque rameau de la colonie ne possède jamais qu'une cellule terminale.

L'aspect de ces colonies et leur mode de formation ne sont pas sans rappler ce qui a lieu dans quelques algues et dans certains Infusoires, tels que les *Epistylis*, *Gomphonema*, *Urococcus*, ce qui augmente encore l'intérêt de ce Mémoire.

P. A. D.

Pietro Canalis et Benedetto Morpurgo. — **De l'influence du jeûne sur la disposition aux maladies infectieuses**, étude expérimentale (Laboratoire de bactériologie et de microscopie de la direction de la Santé publique du royaume d'Italie.) (Rome, *Imprimerie delle Mantellate*, 1890.)

On sait aujourd'hui d'une manière générale que toutes les causes qui tendent à diminuer la force de résistance de l'organisme, augmentent sa réceptivité à l'égard des maladies infectieuses. Cependant l'étude des effets des différentes causes déprimantes n'a pas encore été entreprise d'une manière systématique avec les moyens d'investigation que fournit la bactériologie. MM. Charrin et Roger ont déjà, il est vrai, déterminé l'influence de la fatigue et constaté qu'elle abolit l'immunité que possèdent les rats blancs à l'égard du charbon.

De même, M. Rodet a montré que le bacille du charbon infecte plus rapidement les cobayes et les moutons affaiblis par une perte de sang. A l'égard du jeûne, par contre, rien n'a encore été fait et c'est là une lacune que le travail de MM. Canalis et Morpurgo est destiné à combler.

Dans leurs expériences ils se sont servis du bacille charbonneux dont les effets sont faciles à contrôler et ils se sont adressés d'abord au pigeon animal à peu près réfractaire au charbon. C'est ainsi

que, dans leurs expériences de contrôle, sur douze pigeons inoculés, deux seulement contractèrent le charbon. Ils constatèrent, au contraire, qu'ils perdent constamment leur immunité lorsqu'on les soumet au jeûne (privation absolue de nourriture), soit à partir du jour de l'inoculation, soit déjà quelques jours avant celle-ci.

Les auteurs étudièrent également les résultats de l'extirpation partielle ou totale du pancréas, opération qui, même lorsqu'on continue l'alimentation, apporte de graves perturbations dans les fonctions digestives. Le résultat fut que l'ablation de cet organe diminue la résistance des pigeons à l'égard du charbon, et cela d'autant plus que l'extirpation a été plus complète.

Dans une autre série d'expériences, les auteurs déterminèrent l'effet de l'alimentation subséquente sur des pigeons inoculés après un jeûne préventif, et constatèrent que la réalimentation suffit pour restituer l'état réfractaire au charbon, même après un jeûne assez prolongé et que cet état réfractaire ne se perd définitivement malgré la réalimentation, que quand le jeûne préventif a duré de huit à neuf jours. Quand, au contraire, on fait jeûner les pigeons à partir de l'inoculation et qu'on ne fait survenir la réalimentation que deux à trois jours plus tard, on les voit succomber au charbon.

Lorsque des pigeons inoculés et bien nourris sont soumis au jeûne plus tard, jusqu'à huit jours après l'inoculation, ils meurent souvent du charbon. Les germes charbonneux peuvent donc rester vivants et virulents dans l'organisme du pigeon réfractaire et normal pendant huit jours. Cette expérience confirme les résultats obtenus par M. Metschnikoff (*Annales de l'Institut Pasteur*, IV, p. 76).

Les auteurs soumirent également des poules au jeûne. On se rappelle que M. Pasteur n'avait pas, dans ces conditions, vu survenir la maladie charbonneuse. MM. Canalis et Morpurgo confirment ces résultats, car ils ne produisirent pas l'infection charbonneuse chez cet animal, même en prolongeant le jeûne pendant plus de huit jours (dix-huit jours dans un cas). Toutefois, si l'on fait jeûner les poules déjà de trois à sept jours *avant* l'inoculation, la moitié environ contractent le charbon entre le troisième et le onzième jour après l'inoculation.

Avec les rats blancs, au contraire, toutes les tentatives que firent les auteurs, pour les rendre sensibles au charbon au moyen du jeûne échouèrent.

La privation de nourriture amène chez les animaux un abaissement de la température qui, chez les pigeons, varie entre 1-8° et 2-8°. On pourrait donc se demander si la perte de l'immunité est due, chez eux, à ce facteur. MM. Canalis et Morpurgo ne le croient pas, car en provoquant artificiellement chez des pigeons inoculés (bains de 32° à 36°) un abaissement pareil de la température, ils ne virent jamais survenir d'infection charbonneuse. E. F.

F.-H.-B. Bönneken. — **Sur les bactéries de la sérosité péritonéale de la hernie étranglée et de leurs rapports avec l'infetion péritonéale septique** (*Virchow's Archiv*, vol. CXX, p. 7).

La présence des bactéries dans la sérosité péritonéale de la hernie étranglée a été constatée déjà, en 1883, par Nepveu. Plus tard, en 1886, Gané fit aussi des recherches sur ce sujet, mais, sur les huit cas étudiés par lui, un seul permit de déceler la présence de bactéries. Cette étude, importante pour la connaissance des processus septiques engendrés par l'étranglement des hernies, demandait donc à être reprise d'une façon plus complète.

Dans ses recherches M. Bönneken ne s'est pas borné aux cas de hernies étranglées qui se présentèrent à la clinique. Ceux-ci, en effet, ne sont pas toujours aussi fréquents que l'exigerait une série de recherches suivies et, en outre, l'expérimentateur est obligé de les étudier dès qu'ils se présentent, ce qui l'empêche d'arriver à fixer d'une manière méthodique le moment précis où les microorganismes commencent à pénétrer dans la sérosité. C'est pourquoi l'auteur eut aussi recours à des expériences sur des chiens. Pour obtenir chez ceux-ci une hernie étranglée, il sortait une anse intestinale, l'enveloppait, pour empêcher l'absorption de l'exsudat par le péritoine, d'un sachet de caoutchouc stérilisé et serrait le tout par un anneau de caoutchouc. Après avoir remis l'anse intestinale en place, la cavité péritonéale était refermée par des sutures. La mort survenait en 24-52 heures, en 24 heures quand l'étranglement était complet, en 36-52 heures quand l'anneau de caoutchouc était moins serré. Immédiatement après la mort, ou après que l'animal avait été sacrifié, on faisait des cultures de la sérosité recueillie dans le sachet de caoutchouc. Dans tous les cas de hernies étranglées, M. Bönneken, à tous les stades de l'étranglement, a trouvé dans cette sérosité des microorganismes qu'il put identifier avec ceux contenus dans l'intestin.

Les espèces microbiennes que l'auteur a rencontrées le plus souvent sont au nombre de treize, parmi lesquelles le *Bacterium coli commune*, le *Bacterium lactis aerogenes*, le *Streptococcus coli brevi* et *gracilis*, déjà décrits par M. Echerich. Il paraît probable que c'est par les vaisseaux lymphatiques que ces microorganismes effectuent leur passage; cependant les coupes qu'a faites l'auteur n'ont pas encore entièrement élucidé ce point. Il se propose de revenir plus tard sur ce sujet. Ce sont les micrococcus qui paraissent, probablement en raison de leurs moindres dimensions, traverser les premiers les parois de l'intestin. En général, le péritoine est intact; il n'y a de péritonite purulente que quand l'anse péritonéale est nécrosée. Les microorganismes que l'on rencontre dans la sérosité se trouvent généralement aussi dans le sang du cœur; on peut donc admettre que la mort est causée par une infection septique,

due à l'absorption de poisons bactériens par le péritoine. Il devenait, par conséquent, intéressant de rechercher, en injectant dans le péritoine des cultures pures de ces différents microbes, lesquels sont capables de provoquer des infections septiques. Ici l'auteur se trouve en présence d'un fait déjà constaté par MM. Wegner et Ganitz, savoir : que les bactéries, introduites dans le péritoine, sont rapidement absorbées et éliminées par ce dernier sans déterminer de péritonite ; c'est tout au plus si, au début, les animaux accusaient quelquefois une augmentation de température ou un malaise prononcé dont ils se remettaient rapidement. On serait donc tenté d'admettre, à première vue, que les bactéries sont ici bien inoffensives, mais MM. Wegner et Granitz ont déjà montré que le tableau change dès que la cavité péritonéale contient des liquides offrant un aliment approprié aux microbes, ou que des lésions du péritoine ou des parois de l'intestin leur permettent d'y prendre pied ; ils pullulent alors et empoisonnent peu à peu l'organisme. Mais quand ces conditions manquent le péritoine les résorbe avant qu'ils parviennent à se multiplier d'une façon dangereuse. M. Bönneken essaya alors d'injecter, en même temps que les cultures, 60 grammes de bouillon. Mais, ici encore, les résultats furent loin d'être toujours positifs. Il ne réussit à amener la mort qu'exceptionnellement avec des cultures pures (*Bact. lactis aerogene*) ; par contre, l'injection avec le bouillon de cultures mélangées (deux à six espèces) causa presque constamment la mort des animaux d'expérience. Il y là évidemment bien des points encore obscurs. Pourquoi cette coopération de plusieurs espèces est-elle nécessaire et en quoi consiste-t-elle? Le rôle des uns serait-il de sécréter des substances irritantes propres à léser le péritoine, de manière, à ce que d'autres espèces réussissent à s'y fixer et à produire leurs ptomaïnes mortelles pour l'organisme ? Ce sont là des questions que seules de nouvelles expériences pourront résoudre. Pour le moment bornons-nous à enregistrer le fait que l'infection septique semble exiger, pour se produire, la coopération de deux ou plusieurs espèces microbiennes. Ces conditions se retrouvent d'ailleurs dans la pratique, puisque l'intestin héberge constamment plusieurs espèces de microorganismes et ceux-ci trouvent aussi, quand la sérosité péritonéale, qui se produit à la suite de l'étranglement de la hernie est en trop grande quantité pour pouvoir être rapidement résorbée par le péritoine, un milieu de culture qui leur permet de se multiplier de façon à donner lieu à une invasion de l'organisme entier. Au point de vue pratique l'auteur conclut de ces expériences à la nécessité d'une désinfection parfaite de l'anse intestinale et du sac herniaire en cas d'opération, attendu que la lésion du péritoine ou une nécrose commençante de la paroi intestinale réaliseraient précisément l'une des conditions nécessaires, d'après MM. Wegner et Granitz, à l'invasion bactérienne. E. F.

M. W. Beyerinck. — **Procédé pour démontrer la production d'acide chez les microbes** (*Centralblatt für Bakteriologie*, IX, p. 787).

On connaît déjà quelques procédés pour rendre sensible à l'œil nu la fonction que possèdent certaines bactéries de produire dans leurs terrains de culture des acides ou des alcalis. Ainsi, on peut mêler à la gélatine des matières colorantes sensibles aux acides et aux alcalis, comme la teinture de tournesol ou la phénolphtaléïne. Mais l'élégance et la simplicité du procédé préconisé par M. Beyerinck lui assureront, croyons-nous, une place prépondérante. Il consiste à additionner la gélatine servant de terrain de culture et qui doit naturellement contenir les substances nécessaires à la croissance des bactéries productrices d'acides (glucose, sucre de canne, etc.) d'un peu de craie (quelques gouttes d'une émulsion de craie dans de l'eau) de façon à ce que la gélatine devienne blanchâtre et perde tout à fait sa transparence. Lorsqu'on y implante des bactéries productrices d'acides, l'acide produit est transformé en un sel soluble et inoffensif pour les bactéries et à l'endroit où se produit ce phénomène la gélatine recouvre sa transparence. Dans les cultures sur plaque, les colonies des microbes producteurs d'acide sont alors entourées d'une aréole transparente, tandis que celles qui donnent des alcalis ne présentent pas cette particularité. Quand une de ces dernières se trouve dans le voisinage immédiat d'une colonie acide, l'aréole de celle-ci perd sa forme arrondie en suite de la neutralisation de l'acide. L'aréole prend alors la forme d'un demi-cercle ou d'une demi-lune, comme le montrent les figures jointes au travail de l'auteur. Ce procédé permet, on le voit, de procéder facilement à des numérations. Pour faire les plaques l'auteur recommande de laisser la gélatine ainsi préparée se prendre dans une boîte de Petri et de verser ensuite dessus de l'eau stérilisée dans laquelle on a convenablement dilué les microbes à étudier; on retourne la boîte pour laisser l'eau s'écouler et la gélatine reste recouverte d'une mince couche de liquide (3,3 millimètres cubes par centimètre carré) qui est rapidement absorbée; les germes restent ainsi à la surface et produisent, en se développant, le cas échéant, les aréoles caractéristiques.

En remplaçant une espèce de sucre par une autre, ou la craie par du carbonate de magnésium, de baryum, de strontium, de manganèse, de zinc, etc., on observe des différences dans la croissance des diverses bactéries permettant de les différencier.

E. F.

Enrico Burci. — **Recherches expérimentales sur la valeur chimiotaxique de la tuberculine** (*Riforma medica*, nos 239-240, octobre 1891).

Ainsi que le dit le titre de son mémoire, M. Burci a étudié la tuberculine de Koch au point de vue de son action chimiotaxique. Il arrive, en résumé, aux conclusions suivantes:

1° La lymphe de Koch, ainsi que d'autres l'ont déjà observé, exerce une action attractive modérée sur les leucocytes et sur les cellules migratrices du tissu connectif;

2° L'action chimiotaxique de la lympe est modérée chez le cobaye, un peu plus marquée chez le lapin, et encore plus considérable chez le chien;

3° Son activité chimiotaxique paraît être plus marquée chez le cobaye tuberculeux;

4° Elle est considérable chez le cobaye tuberculeux à l'endroit où existe un foyer tuberculeux;

5° Une injection de lymphe précédant l'introduction des tubes (1) ne modifie pas les résultats;

6° Par contre, on observe, à la suite des injections, une augmentation du nombre des éléments migrateurs, aux endroits où se trouvent des foyers tuberculeux. Ceci s'observe non seulement avec des tubes de lymphe, mais aussi avec des tubes remplis d'autres substances chimiotaxiques positives. Le phénomène est d'autant plus marqué, que l'injection de lymphe se fait plus près du foyer tuberculeux;

7° Les éléments migrateurs, dans les tubes chargés de lymphe, provenant des tissus d'un cobaye sain, d'un lapin ou d'un chien, ou des tissus infectés d'un cobaye rendu tuberculeux (qu'une réaction ait ou non été provoquée par une injection du remède de Koch), conservent, dans ce milieu, du moins pour la plupart et pendant un certain temps, les apparences morphologiques d'éléments normaux; on observe seulement que le type des cellules blanches accumulées dans les tubes, surtout après quelque temps, est celui des leucocytes adultes à un ou plusieurs noyaux;

8° Lorsqu'on tient les tubes chargés de lymphe longtemps sous la peau de cobayes sains ou tuberculeux, on peut, environ après 9 jours, assister au commencement d'une néoformation de tissu conjonctif;

9° Dans les cas où le tube était engagé loin d'un foyer tuberculeux chez des cobayes tuberculeux, je n'ai pu observer qu'exceptionnellement (une seule fois) deux ou trois bacilles dans le contenu du tube. Dans les tubes placés dans le foyer tuberculeux, au con-

(1) L'auteur introduisait des tubes capillaires remplis de lymphe sous la peau et étudiait leur contenu à des intervalles de temps divers.

traire, on en voyait un assez grand nombre, contenus, pour une bonne partie, dans les cellules ; quelques-uns d'entre eux présentaient aussi des altérations. Cependant, en règle générale, il n'existe pas de différences appréciables avec ceux qui se trouvent dans les tubes de contrôle (chargés de bouillon et d'eau), sauf en ce qui concerne leur nombre.

E. F.

E. Pfuhl. — **Contribution au traitement des cobayes tuberculeux par la tuberculine de Koch** (*Zeitschrift für Hygiene n. Infectionskrankheiten*, XI, p. 241).

Voici plus d'un an que le monde savant attend la publication des expériences sur les animaux qui ont servi de point de départ à M. Koch pour son traitement de la tuberculose humaine par la tuberculine. On se rappelle, en effet, qu'au Congrès de Berlin ce savant bactériologiste avait dit quelques mots des remarquables effets curatifs d'une substance, qu'il taisait encore, sur la tuberculose des cobayes, en laissant entrevoir que ce traitement pourrait aussi s'appliquer à la tuberculose humaine. M. Koch n'a, toutefois, pas encore cru devoir satisfaire la curiosité des bactériologistes à cet égard ; aussi la récente publication de M. Pfuhl, un de ses collaborateurs les plus distingués, sur le traitement des cobayes tuberculeux par la tuberculine, a-t-elle été saluée avec un intérêt bien légitime. On allait enfin, pensait-on, voir sur quelles bases expérimentales reposait le traitement préconisé par M. Koch. Nous devons avouer que notre curiosité a été un peu déçue. Commençons par transcrire ici les conclusions de M. Pfuhl :

1° Le traitement par de petites doses de tuberculine est sans utilité, même quand ces doses faibles sont combinées avec le calomel, le sublimé, l'or, l'argent, l'arsenic, la créosote et le benzoate de soude ;

2° On obtient, par contre, des résultats très favorables quand on monte à des doses élevées, et que l'on continue ces fortes doses ;

3° Une modification régressive des altérations tuberculeuses ne se produit probablement que quand la tuberculine donne lieu à des réactions locales.

La seconde de ces conclusions paraît très encourageante, mais, malheureusement, il faut être bien optimiste pour la tirer des expériences que l'auteur cite à leur appui, et nous doutons fort que les cobayes, s'ils pouvaient parler, trouveraient le résultat de ce traitement tellement *favorable*. Disons tout d'abord que les expériences de M. Pfuhl sont bien trop peu nombreuses pour qu'elles puissent servir de base à une statistique de quelque valeur ; en outre, elles sont encore trop récentes pour que l'on puisse parler

dans aucun cas de guérison. La tuberculose évolue quelquefois fort lentement chez les cobayes, et parce qu'un cobaye inoculé en juillet ou en août est encore en vie le 30 octobre, on ne peut pas le dire guéri. Mais considérons ces expériences d'un peu plus près. Huit cobayes de contrôle moururent de 6-11 semaines après l'inoculation. Cinq autres cobayes qui avaient reçu une ou plusieurs fortes doses de tuberculine moururent de 10 1/2-17 semaines après l'inoculation. M. Pfuhl en tire la conclusion que les animaux ainsi traités meurent, en moyenne, quelques semaines plus tard que les animaux de contrôle. La différence ne nous paraît toutefois pas tellement sensible, qu'elle ne puisse, à la rigueur, être expliquée par des différences dans la réceptivité des animaux d'expérience. Dans une autre série d'expériences, M. Pfuhl soumit les animaux à un traitement continu, en augmentant progressivement les doses. Le résultat fut que sur 7 cobayes, 4 moururent après 9 1/2, 12, 9 1/2 et 19 semaines. Les 3 autres étaient étaient encore en vie le 30 octobre (inoculés les 17/7, 8/7 et 14/8 1891). Avant de se prononcer sur la valeur du traitement, il faudrait avant tout, savoir si ces derniers cobayes ont survécu définitivement. Dans ces cas seulement on pourrait parler d'une action curative. Nous ne voulons certes pas dire que la tuberculine soit sans effet sur la marche de la maladie. Les autopsies pratiquées par M. Pfuhl le prouveraient plutôt. Chez les cobayes de contrôle les lésions tuberculeuses se trouvaient surtout dans la rate et dans le foie. Chez les cobayes traités et morts malgré le traitement, les progrès du mal paraissaient enrayés dans ces organes, mais, par contre, les poumons étaient atteints. Donc il y a loin encore, croyons-nous, entre les faits observés par M. Pfuhl et une action *très favorable* sur la marche de la maladie. Une réserve prudente à cet égard nous paraît d'autant plus indiquée, que d'autres expérimentateurs n'ont obtenu aucun effet curatif chez le cobaye par le traitement avec la tuberculine.

E. F.

Dr Oscar Boer. — **Sur le traitement, par des préparations chimiques, des cobayes inoculés avec le virus diphtéritique** (*Zeitschrift für Hygiene u. Infectionskrankhreiten*, XI, p. 154).

Le Dr Behring avait déjà montré que les cobayes auxquels on inocule le virus diphtéritique peuvent être sauvés quand on commence de suite après l'infection un traitement local au trichlorure d'iode. M. Boer a repris ses expériences, et les a étendues aux médicaments les plus variés. Parmi les substances employées, les unes n'ont eu aucune action, ce sont : l'iodure de sodium, le chlorure de sodium, l'iodure de potassium, le chlorure de potassium, le cantharidate de potassium, l'arséniate de soude, le vert de malachite,

le violet de méthyle, l'ergotine, la pilocarpine ; les quatre dernières substances paraissent même avoir hâté la mort des animaux. Les injections étaient pratiquées dans le lieu de l'inoculation. D'autres substances, comme le nitrate d'argent, l'acide phénique, le sublimé, se montrèrent trop toxiques ; les doses trop faibles pour exercer un pouvoir toxique, restèrent sans action. Par contre, l'auteur obtint des résultats positifs avec le trichlorure d'iode, comme M. Behring, de même qu'avec l'auro-chlorure de sodium. Le sulfate de zinc, l'acétate de zinc et le chlorure de zinc se montrèrent également efficaces, ce dernier à la dose de 2 — 3 centimètres cubes d'une solution à 0,25 p. 100 pendant 2 à 3 jours.

Chez les animaux préservés par le traitement, il se produit une escharre. C'est donc une guérison locale seulement et qui ne réussit que quand le virus est encore localisé. Aussi les animaux préservés par ce traitement n'acquièrent-ils pas d'immunité à l'égard d'une nouvelle infection. Lorsqu'on n'injecte pas le remède directement à l'endroit d'inoculation, le succès est très incertain. Malgré tout l'intérêt qui se rattache à ses expériences, leur résultat est donc malheureusement à peu près nul pour le traitement de la diphtérie humaine.

E. F.

Dr G. Sanarelli. — **Sur une nouvelle maladie contagieuse des lapins** (*Estratto dagli atti dell R. Accademia dei Fisiocritici*, série IV, vol. III).

Le Dr Sanarelli a eu l'occasion d'étudier une nouvelle maladie qui avait sévi dans le courant de cette année sous forme d'épidémie parmi les lapins de son laboratoire. Le premier dont il fit l'autopsie présentait un amaigrissement considérable ; rien de notable ne se voyait dans la cavité crânienne, ni dans la cavité abdominale ; dans la cavité thoracique, par contre, se voyaient les lésions suivantes intéressant tout l'appareil respiratoire et cardiaque : la plèvre était recouverte d'un enduit épais et presque calleux, contenant un liquide sanguinolent. Les lobes du poumon y adhéraient fortement et avaient un aspect jaunâtre. Leur superficie était irrégulière et donnait au toucher le sentiment de nodosités. Sur les coupes, la surface était jaune sale et caséeuse, et les ramifications bronchiques donnaient issue à de petits bouchons aussi jaunâtres et complètement caséifiés. Ces lésions affectaient les deux poumons, en sorte que seule une petite zone pouvait encore fonctionner, bien qu'elle fût très œdémateuse et congestionnée. Le feuillet pariétal du péricarde était entièrement transformé en une peau épaisse et jaunâtre, comme celle qui tapissait la plèvre ; le feuillet viscéral était aussi épaissi. L'examen des poumons et de ces enduits accusait la

présence d'une quantité énorme d'éléments en pleine dégénérescence granulo-graisseuse. Au moyen des méthodes d'Ehrlich et de Ziehl (tuberculose), de Gram, de Loeffler et de Kühne, l'auteur ne parvint à mettre en évidence aucun microorganisme. En colorant le préparations au violet de gentiane ou avec une solution concentrée de bleu de méthylène, mais sans décoloration subséquente, il put, au contraire, constater la présence d'une quantité de petits bâtonnets, généralement plus courts, mais plus épais que les bacilles de la tuberculose. Les cultures sur plaques du poumon, du péricarde et de l'exsudat de la plèvre donnèrent toutes de nombreuses colonies identiques. Les cultures du sang du cœur restèrent stériles. Ce microorganisme ne croît que sur les plaques tenues à 22°-25° (gélatine à 16 p. 100). Vers le second jour on observe sur celles-ci de petites colonies punctiformes, à peine visibles à l'œil nu ; vues au faible grossissement, celles situées dans l'intérieur de la gélatine se présentent sous forme de petits amas sphériques réguliers, un peu brunâtres et finement granuleux. Celles de la surface ont une partie centrale sphérique et granuleuse, de laquelle partent des rayons perpendiculaires en guise d'aréole. Leur croissance est lente et s'arrête bientôt. A 16°-18° rien ne croît sur la gélatine. Dans les cultures par piqûre, la croissance est aussi très lente le long de celle-ci, et se manifeste sous forme d'un voile léger, constitué par de fines granulations qui ne sont jamais confluentes. A la superficie le développement est très circonscrit ; la colonie est luisante et grisâtre. Le développement se fait le mieux dans les cultures par stries sur gélatine solidifiée obliquement. Le long de la strie, il se développe une pellicule grisâtre, ressemblant à de la cire, mais qui s'étend très peu sur les côtés de la strie d'inoculation. Vue par transparence, la culture a un aspect légèrement bleuâtre qui rappelle les cultures typhiques. Dans la gélatine liquide, à 37°, il se produit des flocons blanchâtres qui flottent d'abord dans le liquide, mais tombent plus tard au fond, où ils forment une couche épaisse et consistante. Dans les premiers jours la surface se recouvre aussi d'une pellicule visqueuse qui tombe ensuite aussi au fond du vase.

Sur l'agar, on constate déjà après 24 heures plusieurs petits points à peine visibles le long de la strie d'inoculation. Après 2 jours à 37°, on voit quelques colonies rondes, transparentes et d'un aspect rappelant celui des colonies du bacille de la morve, mais leur accroissement est très lent, et même après plusieurs jours elles n'ont pas une grande étendue; dans les cultures par piqûre, on ne constate, le long de celle-ci, qu'un léger trouble qui reste stationnaire.

Le milieu le plus propice à la culture de ce microorganisme est le sérum de sang, sur lequel il forme un mince enduit grisâtre, granuleux et luisant, qui s'étend assez, mais ne devient jamais

épais. Dans le bouillon et sur pomme de terre, M. Sanarelli ne parvint pas à le cultiver.

La fuschine de Ziehl ne le colore que très faiblement, le bleu de méthylène alcalin de Loeffler, pas du tout; le meilleur colorant est le violet de gentiane, en solution aqueuse ou d'après la formule d'Ehrlich. Il ne supporte pas les décolorants.

Dans les expériences sur les animaux, ce bacille ne se montra pathogène que pour les lapins, et seulement quand il était injecté dans la plèvre, les poumons et la trachée. Les inoculations sous-cutanées ou intra-veineuses restent sans effet. Les inoculations suivies d'un résultat positif produisent une affection mortelle pareille à celle qui a été décrite plus haut. Les injections dans la plèvre sont suivies de mort après 7-8 jours, avec pleurésie séro-fibrineuse. Les injections intra-pulmonaires amènent la mort en 2 à 3 jours, avec péricardite fibrineuse intense, pleurésie séro-fibrineuse bilatérale, et pneumonie d'une bonne partie du poumon inoculé. Les injections dans la trachée ne sont pas toujours suivies d'un résultat positif; dans ce cas elles n'amènent la mort qu'en 25-40 jours.

Cette épidémie paraît s'être transmise par l'inhalation des germes morbides, mais la source de l'infection ne put être découverte. Tenait-elle au local, aux aliments ou à la litière des animaux ? C'est ce que M. Sanarelli ne put découvrir, parce que la maladie cessa avec le commencement de la saison chaude, et à la suite des mesures prophylactiques ordinaires. E. F.

H.-L. Russell. — **Recherches sur les bactéries vivant dans le golfe de Naples** (*Zeitschrift für Hygiene and Infectionskrankheiten,* XI, p. 165).

Dans cet intéressant mémoire l'auteur résume les travaux auxquels il s'est livré sur la nature des bactéries de l'eau de mer vivant dans le golfe de Naples, et sur leur distribution dans différentes profondeurs. Pour ce qui est des méthodes employées et du détail de ses expériences, nous renvoyons le lecteur à l'original, et nous transcrivons ici ses conclusions :

1° Le nombre de microorganismes que l'on trouve dans l'eau de mer paraît être, en général, considérablement moindre que celui des bactéries contenues dans un même volume d'eau douce, même quand la teneur en bactéries de cette dernière n'a pas été influencée par l'eau d'égouts s'y déversant;

2° Le développement des bactéries de l'eau de mer ne paraît pas être limité à une certaine zone, et elles semblent être réparties également dans les couches profondes, moyennes et superficielles. Les oscillations que l'on constate ne sont pas telles, qu'on ne puisse admettre qu'elles ont été produites par des causes locales;

3° La teneur en bactéries de la vase est toujours beaucoup plus élevée que celle de l'eau qui la recouvre. Cette proportion, sauf peut-être dans la zône du littoral, n'est pas produite par des apports du continent, mais provient de la croissance et de l'augmentation des bactéries qui font de la vase leur habitat ;

4° Tandis qu'aucune loi générale ne peut être établie au sujet de la répartition des bactéries dans l'eau, on constate une diminution évidente des bactéries de la vase jusqu'à une profondeur de 200 mètres ; à partir de ce point jusqu'à une profondeur de 1,100 mètres, dernière limite à laquelle des expériences furent faites, une diminution ultérieure notable ne put plus être constatée. Les causes qui influencent cette courbe des bactéries ne sont pas suffisamment élucidées ; cependant la température de la mer paraît jouer un rôle prépondérant ;

5° La distribution verticale des différentes espèces de la vase examinée qualitativement, montre que le maximum de développement se trouve près de la surface, et que le minimum est loin encore d'être atteint à une profondeur de 1,000 mètres et plus.

L'auteur décrit minutieusement sept variétés trouvées dans la vase. Ce sont : le *Bacillus thalassophilus*, la *Cladothrix intricata*, le *Bacillus granulosus*, le *Bacillus limosus*, le *Spirillum marinum*, le *Bacillus littoralis* et le *Bacillus halophilus*.

Il est à noter que deux espèces absolument anaérobies seulement furent isolées. Tous les autres microorganismes étaient ou aérobies ou seulement facultativement anaérobies.

E. F.

Dr S. Trombetta. — **Les bactéries de la putréfaction dans les organes et le sang des animaux tués à l'état de santé** (*Centralblatt für Bakteriologie,* X, p. 664).

L'auteur s'est posé, au sujet de la putréfaction des cadavres qui, comme on le sait, est l'œuvre de bactéries, les questions suivantes :

Peut-on fixer un moment jusqu'auquel les organes et le sang des animaux ne sont pas envahis après la mort par les bactéries ? Le moment où les bactéries y pénètrent est-il le même pour différentes espèces d'animaux ? La température, le poids et le volume des animaux exercent-ils quelque influence à cet égard ?

Ces questions ne sont pas sans importance, car leur solution permettra, par exemple dans le cas d'une autopsie d'un animal mort d'une maladie microbienne, d'affirmer avec beaucoup de probabilité que les microbes trouvés dans les organes ne sont pas des microorganismes ayant pénétré dans les organes depuis la mort, et qu'ils sont par conséquent vraisemblablement la cause de la maladie.

L'auteur se servit, dans ses expériences, de souris, de rats et de lapins, et voici les résultats auquel il est arrivé :

1° Il existe une limite au-dessous de laquelle le sang et les organes des animaux tués à l'état de santé ne sont pas encore envahis par les bactéries;

2° Cette limite est pour les souris : *a.* à la température de la chambre, 19 heures après la mort ; *b.* dans la glacière, 22 heures ; *c.* à l'étuve, 5 heures. Pour les rats : *a.* à la température de la chambre, 19 heures ; *b.* dans la glacière, 20 heures ; *c.* à 35 degrés, 5 heures. Pour les lapins : *a.* à la température de la chambre, 16 heures; *b.* dans la glacière, 20 heures; *c.* à 25 degrés, 6 heures;

3° Ces limites s'appliquent aux bactéries aérobies et aux animaux tués à l'état de santé (par un coup sur la tête). On sait par contre, depuis longtemps, que des microbes anaérobies pénètrent dans le sang et les organes après la mort; mais ils n'ont point d'importance au point de vue de la pathogenèse. Quelques maladies favorisent aussi le processus de la putréfaction ; d'autres, au contraire, le retardent;

4° Une basse température ne retarde que très peu l'invasion des bactéries de la putréfaction ; la température de l'étuve l'active énormément;

5° Le processus de la putréfaction varie avec le volume de l'animal, mais pas d'une manière proportionnelle. Les organes et le sang des souris ne sont indemnes de bactéries de la putréfaction que pendant les 19 premières heures ; cette limite ne s'abaisse que peu pour les rats, savoir : 18 heures, et proportionnellement à leur volume; encore moins pour les lapins, savoir : 16 heures. Il en est de même à la température de la chambre, et le séjour dans la glacière ne modifie guère ces faits. Cela n'est qu'à la température de l'étuve que la putréfaction commence plus vite chez les petits animaux ; la différence n'est toutefois pas considérable;

6° La putréfaction marche d'une façon irrégulière. Tantôt ce sont les organes abdominaux qui sont envahis les premiers, tandis que le sang ne contient pas encore de bactéries. Tantôt c'est la rate qui est prise la première, d'autres fois le foie. Quelquefois aussi la rate, le foie et les reins sont atteints simultanément. Parfois le sang et les organes sont envahis en même temps. Souvent c'est dans le poumon que l'on constate la première trace de microorganismes. Il est probable, dans ce cas, qu'ils s'y trouvaient déjà pendant la vie ;

7° L'espèce animale n'exerce aucune influence sur le processus de la putréfaction. E. F.

BIBLIOGRAPHIE

Dr Alfred Koch. — Iahresbericht über die Fortschritte in der Lehre von den Gährungs-Organismen (*Enster Iahrgang*, 1890). — Rapport annüel sur les progrès réalisés dans la doctrine des organismes des fermentations (1re année, 1890, *Braunschweig*, chez Harald Bruhn, 1 vol., 190 p).

Nos lecteurs connaissent les intéressants rapports annuels publiés par le professeur Baumgarten sur les progrès de la bactériologie. M. A. Koch, Privatdocent de botanique à l'Université de Göttingue, a eu la fructueuse idée de consacrer un rapport annuel pareil aux progrès apportés dans la connaissance des diverses fermentations par l'étude des microorganismes. L'ouvrage est conçu d'après le même plan que celui de M. Baumgarten, et le complète d'une façon heureuse. Ce que ce dernier fait de préférence pour les bactéries pathogènes, M. A. Koch le fera surtout pour les microorganismes intéressant en premier lieu la chimie des fermentations. Comme celui de M. Baumgarten, ce rapport contient des analyses souvent très complètes des mémoires et ouvrages parus sur la matière. Un rapide aperçu de la table des matières en dira plus que beaucoup de mots. Les trois premiers chapitres ont pour objet : chapitre I, les manuels ; chapitre II, les méthodes ; chapitre III, la morphologie des bactéries et des levures. Le quatrième chapitre est consacré aux travaux relatifs à la physiologie générale de ces microorganismes. Le cinquième chapitre traite des fermentations en particulier, fermentation alcoolique, fermentation lactique, du fromage et autres fermentation du lait, ferments de l'urée, de la nitrification, fermentation acétique, de la cellulose du pain, etc. Le sixième chapitre est con sacré aux ferments produits par les bactéries (diastases, etc.). Le septième s'occupe des bactéries phosphorescentes. Ajoutons que le nombre des travaux analysés atteint le chiffre respectable de 250 mémoires et ouvrages. E. F.

PUBLICATIONS RÉCENTES

Fabre-Domergue. — Sur la désorientation de la Cytodiérèse dans les cancers épithéliaux (*Comp. rend: de la Société de biologie*, 9e série, t. IV, p. 158).

P. Bergon, T. Cleve, E. Grove, J. Tempère. — Diatomées rares ou nouvelles (*Le Diatomiste*, t. I, pages 2, 21, 30, 50, 64, 68, 75).

H. Peragallo. — Nomenclature des Diatomées (*Le Diatomiste*, t. I, page 8).

J. Tempère. — Diatomées et diatomophiles (*Le Diatomiste*, t. I, p. 13).

T. Cleve. — *Dictyoneis* nov. gen. (*Le Diatomiste*, t. I, p, 14).

E. Belloc. — Diatomées observées dans quelques lacs du Haut-Larboust, région d'Oô (*Le Diatomiste*, p. 17).

J. Tempère.— Recherche et récolte des Diatomées (*Le Diatomiste*, t. I, p. 25, 37, 41, 45 et 61).

Léon Duchesne. — Etude microphotographique des perles du *Pleurosigma angulatum* (*Le Diatomiste*, t. I, p. 27).

E. Dutertre. — Sur la photographie des Diatomées (*Le Diatomiste*, t. I, p. 34).

H. Peragallo. — Monographie des Pleurosigma (*Le Diatomiste*, 1re année, nos 4 et 5).

J. Tempère. — Nomenclature et monographie des Diatomées (*Le Diatomiste*, p. 48).

T. Cleve. — Remarque sur le genre *Amphiprora* (*Le Diatomiste*, t. I, n° 51).

Dr P. Miquel.— De la culture artificielle des Diatomées (*Le Diatomiste*, t. I, p. 73).

H. Peragallo. — Monographie du genre *Rhizosolenia* et de quelques genres voisins (*Le Diatomiste*, p. 79).

P. Bergon. — Monographie du genre *Entogonia* (*Le Diatomiste*, t. I, p. 83).

J. Soudakewitch. — Recherches sur la fièvre récurrente (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 545).

N. Sakaroff. — Le *Spirochœta anserina* et la septicémie des oies (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 564).

E. Metchnikoff et T. Roudenko. — Recherches sur l'accoutumance aux produits microbiens (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 566).

S. Winogradsky. — Recherches sur les organismes de la nitrification, 5e mémoire (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 577).

V. Babes et Th. Cerchez. — Expérience sur l'atténuation du virus fixe rabique (*Annales de l'Institut*, t. V, p. 625).

Dr A. Calmette. — Notes sur la rage dans l'Indo-Chine (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 633).

Statistiques des Instituts rabiques de Turin, Palerme, Charkow, de Varsovie (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, pages 642, 646, 649, 710).

A. Maggiora et G. Gradenigo. — Observations bactériologiques sur les furoncles du conduit auditif externe (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 651).

Dr Le Dantec. — Étude sur la morue rouge (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 656).

Dr De Christmas. — Le cantharidate de potasse dans le traitement de la tuberculose (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 668).

Dr A. Ruffer. — Recherches de la destruction des microbes par les cellules amiboïdes dans l'inflammation (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 673).

E. Viala. — Sur les causes d'atténuation des moelles rabiques (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 695).

Dr E. Legrain. — Contribution à l'étude de la culture des bactéries sur les milieux colorés (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 707).

C. Gessard. — Fonctions et races du bacille cyanogène, microbe du lait bleu (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 737).

B. Danilewsy. — Contribution à l'étude de la microbiose malarique (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, p. 758).

V. Tassinari. — Azione del fumo di tabacco soma alcuni microorganismi patogeni. Action de la fumée de tabac sur quelques microorganismes pathogènes (*Annali dell'Instituto d'igiene sperimentale di Roma*, vol. I, fasc. II).

A. Di Vestea. — Le ricerca del Giltajone (*Agrostemma githago*), e di alcuni altri semi ed elementi eterogenei nelle farine stacciate (*Laboratori scientifici della direzione di sanita*, Roma, 1892).

E. Burci. — Ricerche sperimentali sul valore chimiotattico della tuberculina (*Riforma medica*, octobre 1891).

Silverio Dominguez. — Bacterias del Hielo (*Travail du Laboratoire bactériologique de l'Assistance publique de Buenos-Ayres*, 1891).

F. Hueppe. — R. Koch's Mittheilungen über Tuberculin. Les communications de R. Koch sur la tuberculine. Remarques critiques (*Berliner Klin. Wochenschrift*, 1891, n° 46).

F. Hueppe. — Ueber Kresole als Desinfectionsmittel. Des crésols comme moyen de désinfection (*Berliner Klin. Wochenschrift*, 1891, n° 45).

B. Schmidt. — Ueber den Einfluss der Bewegung auf das Wachsthum und die Virulenz der Mikroben. De l'action du mouvement sur la croissance et la virulence des microbes (*Archiv für Hygiene*, XIII, p. 247).

Dr Cronberg. — Zur Desinfection von Wohnungen. De la désinfection des habitations (*Archiv für Hygiene*, XIII, p. 294).

A. Celli et F. Sanfelice. — Sui parasiti del globulo rosso nell' uomo e negli animali. Sur les parasites des globules rouges chez l'homme et les animaux (*Annali dell' Istituto d'igiene sperimentale della R. Universita di Roma*, 1, fasc. 1, p. 33).

S. Martinotti et A. Tedeschi. — Untersuchungen über die Wirkungen der Inoculation des Milzbrandes in die Nervenzentren. Recherches sur les effets de l'inoculation du charbon dans les centres nerveux (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 545, 593 et 635).

S. Kostjurin et N. Kraïnsky. — Ueber Heilung des Milzbrandes durch Fäulnisstoxine (Extracte) bei Thieren. De la guérison du charbon chez les animaux par des toxines de la putréfaction (extraits) (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 545, 599).

Dr A. Maggiora et Dr G. Gradenigo. — Beitrag zur Aetiologie der katarrhalischen Ohrenentzündungen. Contribution à l'étiologie des inflammations catarrhales de l'oreille (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 625).

G. Mya et G. Sanarelli. — L'azione dell'esagerata ematolisi sulla predisposizione alle malattie infettive. L'action d'une hématolyse exagérée sur la prédisposition aux maladies infectieuses (*Estratto dagli Atti della R. Accademia der Fisiocritici*, série IV, vol. III).

Dr Schill. Beiträge zur bakteriologischen Technik. Contributions à la technique bactériologique (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 657).

R. Kluge. — Chemotaktische Wirkungen des Tuberculins auf Bakterien. Action chimiotaxique de la tuberculine sur les bactéries (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 661).

W. Hesse. — Ein neues Verfahren zur Züchtung anaërober Bak e-rien. Une nouvelle méthode pour la culture des bactéries anaérobies (*Zeitschrift für Hygiene und Infectionskranheiten*, XI, p. 237).

G. Franck et Otto Lubarsch. — Zur Pathogenese des Milzbrandes bei Meerschweinchen und Kaninchen. Contribution à la pathogénie

du charbon chez le lapin et le cobaye (*Zeitschrift für Hygiene Infectionskranheiten*, XI, p. 259).

Joh. Frenzel. — Ueber den Bau und die Sporenbildung grüner Kaulquappenbacillen. Structure et formation des spores chez le bacille vert des têtards (*Zeitschrift für Hygiene und Infections-kranheiten*, XI, p. 207).

Dr Loeb. — Ueber einen bei *Keratomalacia infantum* beobachteten Kapselbacillus. Sur un bacille à capsule observé dans la kératomalacie des enfants (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 370).

Dr Fiedeler. — Ueber die Brustseuche im Koseler Landgestüte und über den Krankheitserreger derselben. Sur la pneumonie infectieuse dans le haras de Kosel, et sur son agent pathogène (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 310, 341, 380).

E.-H. Hankin. — Ueber die Nomenclatur der schützenden Eiweisskörper. De la nomenclature des matières albuminoïdes protectrices (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 337 et 377).

A. Reinsch. — Zur bakteriologischen Untersuchung des Trinkwassers. De l'examen bactériologique de l'eau potable (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 415).

B. Grassi et R. Feletti. — Weiteres zur Malariafrage. Nouvelle contribution à la question de la malaria (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 449 et 517).

Claudio Fermi. — Weitere Untersuchungen über die tryptischen Enzyme der Mikroorganismen. Nouvelles recherches sur les enzymes tryptiques des microorganismes (*Centrablatt für Bakteriologie*, X, p. 401).

Dr Kockel. — Ueber einen, dem Friedländer'schen verwandten Kapselbacillus. Sur un bacille à capsule parent de celui de Friedläender (*Fortschritte der Medicin*, IX, p. 331).

Dr Giuseppe Sanarelli. — Weitere Mittheilungen über Gifttheorie und Phagocytose. Nouvelles communications sur la théorie dite « des substances nocives » et la phagocytose (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 513).

H. Will. — Zwei Hefearten, welche abnorme Veränderungen im Biere veranlassen. Deux espèces de levures produisant des modifications anormales de la bière (*Zeitschrift für das gesammte Brauwesen*, 1891, n° 7).

Dr Giuseppe Molinari. — Studio sperimentale dell'acido fenilborico. Etude expérimentale sur l'acide phéniquo-borique (*Giornale internazionale delle scienze mediche*, XIII, p. 601).

Prof. E. Zettnow. — Ueber den Bau der Bakterien. Sur la structure des bactéries (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 689).

Prof. I. Fodor. — Apparat zum Abimpfen von Bakterien-Colonien, Appareil servant à l'ensemencement des colonies bactériennes (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 721).

M.-W. Beyerinck. — Qualitative und quantitative mikrobiochemische Analyse. Analyse microbiochimique qualitative et quantitative (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 723).

H. Buchner. — Die Forschungsmethoden in der Immunitätsfrage. Des méthodes dans les recherches sur l'immunité (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 727).

E. Burci et V. Frascani. — Contributo allo studio dell'azione battericida della corrente continua. Contribution à l'étude de l'action bactéricide du courant continu (Pise, imprimerie F. Nistri, 1891).

R. Schwarz. — Ein Fall von Heilung des Tetanus durch das von Professeur Guido Tizzoni u. D^rin Cattani bereitete Antitoxin des Tetanus. Un cas de guérison de tétanos au moyen de l'antitoxine du tétanos préparée par le professeur Tizzoni et Mlle Cattani, docteur en médecine (*Centralblatt für Bakteriologie*, X, p. 785).

Dr Bernabei Corrado. — Sul passagio dei germi patogeni nella bile e nel contenuto enterico, e nell'azione che ne risentono. Sur le passage des germes pathogènes dans la bile et dans le contenu de l'intestin et sur l'action qu'ils en ressentent (*Atti della reale Accademia medica di Roma,* anno XXI, vol. V, série II, p. 527).

A. Scala et G. Alessi. — Sulla possibilità di trasmissione di alcune malattie par mezzo del burro artificiale. De la possibilité de la transmission de quelques maladies par le beurre artificiel (*Atti della reale Accademia medica di Roma*, anno XVI, vol. V, série II, p. 75).

Dr K. Ogada. — Ueber einen rothen Farbstoff erzeugenden Bacillus aus Fussbodenstaub. Sur un bacille produisant un pigment rouge trouvé dans la poussière des planchers (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 1).

Dr Unna. — Zur Untersuchungstechnik der Hyphomyceten. De la technique dans les recherches sur les hyphomycètes (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 4).

Dr C. Arens. — Ein einfacher Nachweis von Tuberkelbacillen durch Färbung nebst einer Angabe zur Färbung von Bakterien in fettreichen Substraten. Simple méthode de coloration pour déceler les bacilles de la tuberculose et indications pour servir à la coloration des bactéries dans des substrata riches en graisse (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 9).

L'Éditeur-Gérant, Georges CARRÉ.

Tours. — Imprimerie DESLIS FRÈRES

ANNALES
DE MICROGRAPHIE

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES
SUR LA
PHYSIOLOGIE, LA MORPHOLOGIE ET LA PATHOLOGIE
DES DIATOMÉES

Par le Dr P. MIQUEL

II. — Action du froid sur les diatomées

Nous venons de voir que les Diatomées, vivant dans nos climats tempérés, sont incapables de supporter pendant quelques heures la température de 45 degrés. Il nous reste à rechercher le degré de froid qui leur est également fatal.

Le dispositif adopté dans ces recherches est peu différent du précédent : au bain-marie chauffé, j'ai simplement substitué la glace fondante et les mélanges réfrigérants qu'on obtient en jetant du sel marin sur de la glace concassée.

Les ampoules chargées de Diatomées, de même que les cultures entières, ont été entourées de l'agent producteur du froid ; un thermomètre maintenu au centre de ces dernières, restées liquides ou congelées, a indiqué le degré de la température.

Quatre expériences de ce genre ont été effectuées ; mais, comme il est beaucoup plus malaisé, avec le simple outillage des laboratoires, de régler le froid que le chaud, je me suis borné à étudier l'action des basses températures sur les Diatomées à quelques étapes importantes : aux environs de 0°, les cultures restant liquides ; aux environs de

0°, les cultures étant congelées; enfin, à — 15 degrés, froid assez rarement atteint à Paris, du moins, dans la masse totale des eaux naturelles où vivent les Diatomées.

Expérience I. — *Diatomées soumises à + 1°,2 centigrades.*

25 *janvier* 1892. — A midi, une culture de Diatomées d'eau douce datant du 16 janvier, très belle, contenant des Nitzschies en abondance, des Himantides, des Synèdres, des Cyclotelles, des Navicules, des Surirelles, des Fragillaires et beaucoup d'autres espèces dissociées très mobiles, ainsi que des Infusoires et quelques algues vertes, au nombre desquelles des Desmidiées des genres Stauroastres, Clostères, Raphides, etc., est plongée avec deux ampoules contenant une partie de la même culture dans de la glace fondante.

Voici la marche de la température de la culture (50 centimètres cubes), l'atmosphère ambiante s'étant sensiblement maintenue, durant l'expérience, entre 14° et 16 degrés :

Température de la culture,	à	midi.	15°,8
»	»	midi 15	2°,3
»	»	midi 30	1°,3
»	»	1 heure	1°,0
»	»	2 heures.	1°,2
»	»	3 »	1°,5

C'est donc environ pendant 2 h. 1/2 qu'a été maintenu le froid moyen de 1°,25.

En aucun moment de l'expérience, les Diatomées n'ont perdu totalement leur mobilité ; quelques espèces, ont, il est vrai, présenté une certaine paresse dans leurs mouvements, mais il suffisait de les laisser quelques instants à la température ordinaire pour les voir récupérer leur agilité première.

A la fin de l'expérience, un examen très attentif semble montrer, dans les grandes formes et même dans les petites Nitzschies, une légère rétractation de l'endochrome, mais non accompagnée d'une augmentation sensible du volume et du nombre des globules huileux. La plupart des Infusoires sont restés vivants et mobiles ; bref, le lendemain tout était rentré dans l'ordre, et la culture n'a pas sensiblement souffert de la brusque application du froid de 1°,0-1°,5.

Quant au contenu des deux ampoules, amené dans deux macérations stériles, il s'est montré fécond, et il a été possible de retrouver, dans les cultures qu'il avait déterminées, toutes les espèces qui s'étaient multipliées dans la culture mère.

La température voisine de 0° ayant été, comme on voit, peu meurtrière à l'égard des Diatomées d'eau douce ; je résolus de rechercher, pour m'orienter, une température suffisamment froide pour obtenir quelques résultats négatifs ou quelques autres indications précises. Une nouvelle expérience fut pratiquée, mais vers — 15° centigrades.

Expérience II. — *Diatomées soumises à — 15° centigrades.*

26 *janvier* 1892. — La culture A du 13 janvier, très riche en Navicules, Nitzschies linéaires et sigmées, Cyclotelles, Synèdres, Mélosires, Himantides, Surirelles, Fragillaires, Achnantes, Gomphonèmes, Astérionelles, etc., chargée de quelques algues vertes et d'Infusoires vivants, est disposée, avec deux ampoules contenant 2 centimètres cubes de cette culture, au centre d'un mélange réfrigérant constitué par de la glace coupée en petits morceaux et du sel marin. La température ambiante varie de 16° à 18 degrés ; le mélange réfrigérant marque, au début, environ — 19 degrés.

La marche de la température de la culture (50 centimètres cubes) est la suivante :

Température de la culture,	à	11 heures du matin. . . .	14°,8
»	»	11 h. 15	0°,5
»	»	11 h. 30	0°,0
»	»	midi	0°,0
»	»	midi 30.	— 0°,3

Ainsi, la congélation totale de la culture exige plus d'une heure d'un froid rigoureux.

Température de la culture congelée,	à	midi 30	— 0°,3
»	»	midi 45	— 4°,0
»	»	1 h. de l'après-midi	— 11°,4
»	»	1 h. 15.	— 14°,8
»	»	1 h. 30.	— 16°,1
»	»	2 heures.	— 15°,6
»	»	3 heures.	— 15°,1

C'est, environ, pendant 3 heures que les Diatomées ont dû supporter une température voisine de 15 degrés au-dessous de 0.

A 3 heures de l'après-midi, la culture et les ampoules sont retirées du mélange réfrigérant et exposées à la température du laboratoire (18°) ; la fusion de la glace provenant de la congélation totale de la culture, exige plus d'une heure et demie pour être complète.

Vers 4 h. 1/2, les ampoules sont ensemencées dans trois macé-

rations stériles, et le dépôt de la culture mère, qui a beaucoup pâli, est examiné au microscope. Toutes les Diatomées sont dans l'immobilité la plus absolue; l'endochrome des grands frustules est rétracté, il laisse apparaître des lacs de substance huileuse; les petits frustules offrent également des gouttes huileuses volumineuses, et l'endochrome qu'ils renferment, à peu près décoloré, est vaguement granuleux.

La culture, remise en pleine lumière, offre, le lendemain, un dépôt blanc absolument décoloré; au microscope, immobilité absolue des Diatomées; grandes masses huileuses dans les grands comme dans les petits frustules, dont l'endochrome paraît être envahi par de fines granulations; les algues vertes sont totalement décolorées; il n'est pas aperçu d'Infusoire vivant.

Quinze jours plus tard, le 10 février, dépôt toujours blanc; au microscope, tout paraît mort.

Le 27 février, même résultat.

Le liquide des trois ampoules, même après 40 jours d'incubation, ne donne lieu à aucun développement de Diatomées, d'algues vertes ou d'Infusoires.

Au bout de 2 mois, quelques Protocoques apparaissent dans les macérations; il reste incertain, s'ils ont résisté au froid ou s'ils ont envahi les macérations par voie atmosphérique.

Ainsi, les Diatomées, les algues vertes et les Infusoires sont irrémédiablement détruits, au bout de quelques heures, par un froid égal à — 15 degrés. Il restait à savoir si dans la glace, vers 0°, bien que le microscope n'accusât pas de traumatismes frustulaires apparents, le simple changement d'état moléculaire de l'eau, et peut-être la congélation du liquide protoplasmique, ne suffisaient pas pour détruire les Diatomées ; c'est dans ce but qu'a été instituée l'expérience III.

EXPÉRIENCE III. — *Diatomées soumises à la température de — 0,5° centigrades.*

1er *février* 1892. — Une culture du 21 janvier est utilisée pour cette expérience; elle se montre très riche en Himantides, Fragilaires, Nitzschies, Surirelles, Amphores, Navicules, Astérionelles, Gomphonèmes, Cyclotelles et Synèdres très variés. Deux ampoules reçoivent un peu du dépôt et 2 à 3 centimètres cubes du liquide de cette même culture, et sont finalement soumises avec elle à une température légèrement inférieure à 0°, après la congélation totale des parties liquides. Pour cela, on utilise l'action d'un mélange

réfrigérant de glace et de sel marin, entourant à une certaine distance de la glace à peu près fondante concassée en fins morceaux. La température du laboratoire varie de 16° à 18°.

Température de la culture	à	11 heures. . . .	16°,1
»	»	11 h. 15.	1°,4
»	»	11 h. 30.	0°,0
»	»	midi.	0°,0

La congélation totale de la culture réclame environ 1 heure 10 minutes.

Température de la culture	à	midi 30	— 0°,3
»	»	1 heure	— 0°,8
»	»	2 heures. . . .	— 0°,5
»	»	3 »	— 0°,4

La culture sortie à 3 heures de la glace demande plus d'une heure et quart pour fondre.

De jaune, le dépôt est devenu vert; au microscope on aperçoit des Himantides remplis de grosses gouttes huileuses, et dont l'endochrome est devenu verdâtre. Dans les longs Synèdres, et les petits frustules des Diatomées, l'endochrome est souvent resté jaune, presque toujours il se montre rétracté en laissant voir de nombreux lacs ou globules huileux.

Deux jours plus tard, le 3 février, les Himantides et les Fragilaires offrent toujours de grosses gouttes huileuses; les autres Diatomées sont pour la plupart vides d'endochrome, et montrent un protoplasme granuleux le plus souvent décoloré. Les algues vertes paraissent avoir de même très souffert. Pas d'Infusoires vivants. La couleur du dépôt de la culture est blanc verdâtre.

Le 11 février, toutes les Diatomées paraissent mortes, vides d'endochrome; dans quelques frustules, ce dernier est décoloré et granuleux. Une petite Nitzschie sigmée, incolore et mobile, est aperçue, assez rare. Parmi les autres frustules privés de mouvement, plusieurs Infusoires sont vus pleins de vitalité.

Le 4 mars, la Nitzschie sigmée est devenue abondante et se cultive toujours à l'état de pureté. Les cultures qui ont reçu le contenu des ampoules également porté à — 0°,5 présentent cette même Diatomée et un Synèdre, mélangés à quelques algues vertes et à plusieurs Infusoires: Rhizopodes et Flagellés.

Il entrait de même dans le programme de mes essais de rechercher si les Diatomées abandonnées pendant longtemps dans une culture liquide à la température de 0° restaient

vivantes. Ce n'est d'ailleurs qu'après une semblable épreuve qu'on pouvait décider si c'était réellement le froid ou le changement d'état moléculaire de la macération et des liquides protoplasmiques qui entraînait la destruction presque complète de ces algues siliceuses.

Expérience IV. — *Diatomées soumises pendant* 120 *heures à la température de* 0°.

Dans mon étuve à glace fondante, marquant rigoureusement la température de 0°, il est abandonné une culture de Diatomées riche en beaucoup d'espèces. L'étuve convenablement rechargée de glace toutes les 24 heures, ne cesse de marquer exactement 0° pendant 120 heures.

Tous les 2 jours il est prélevé une petite quantité du dépôt de la culture destinée à l'ensemencement de macérations stériles, et à l'examen microscopique.

Malgré ce degré de froid soutenu pendant 5 jours, j'enregistre les résultats que je vais rapporter brièvement :

En aucun instant, l'examen microscopique ne permet de remarquer une modification quelconque, dans le protoplasme des frustules. Dès que les Diatomées sont placées sur le porte-objet, elles entrent en mouvement avec autant d'activité que si elles étaient restées dans une macération placée à la fenêtre, et à la température du laboratoire. Quant aux trois échantillons de dépôt, prélevés après le deuxième, le quatrième et le cinquième jour, ensemencés dans des macérations stériles, ils les ont fécondées rapidement et fourni des cultures aussi riches en espèces que la culture mère, qui, après avoir été soumise 120 heures à 0°, n'a pas cessé un instant d'être prospère, quand on l'a replacée à l'action des radiations lumineuses du ciel.

Ainsi donc, les Diatomées ne redoutent pas un froid égal à 0°, mais la congélation des milieux où elles se multiplient exerce sur elles une action fatale, alors même que la solidification totale de macération dure, seulement, pendant 2 ou 3 heures.

En résumé :

1° Les Diatomées d'eau douce, supportent très bien dans les cultures liquides, un froid égal à 0° centigrade.

2° Elles succombent à très peu d'exception, quand le milieu liquide où elles se nourrissent passe à l'état solide,

alors que, pendant toute la durée de la congélation, le froid reste très voisin de 0°.

3° Les basses températures, suivies de congélation, désorganisent rapidement les Diatomées, sans apporter, du moins en apparence, des modifications dans la forme et la structure des valves qui supportent très bien sans se rompre le changement d'état moléculaire de l'eau.

Parmi les espèces qui se sont montrées, dans mes essais, incapables de supporter la congélation et le froid de — 15 degrés, je signalerai les suivantes:

Achnantes exilis	Kutz.	*Himantidium pectinale* .	Kutz.
» *lanceolatum* .	Breb.	*Melosira distans*	Ehr.
Amphipleura pellucida.	Kutz.	» *varians*	Ag.
Amphora ovalis.	Kutz.	*Navicula affinis*	Ehr.
» *pediculus.* . .	Grun.	» *angustata.* . .	Sm.
Asterionella formosa. .	Grun.	» *brebissonii* . .	Kutz.
Coconneis pediculus. . .	Ehr.	» *cuspidata* . . .	Kutz.
Cyclotella operculata . .	Kutz.	» *elliptica.* . . .	Kutz.
Cymbella affinis	Kutz.	» *gracilis*	Ehr.
» *Ehrenbergii* .	Greg.	» *limosa*	Kutz.
Diatoma vulgare	Bory.	» *mesolepta* . . .	Ehr.
Encyonema ventricosum	Kutz.	» *rhyncocephala*	Kutz.
Epithemia gibba	Ehr.	*Nitzschia* 12 à 15 variétés	
» *sorex*	Kutz.	*Surirella minuta*	Kutz.
Fragilaria capucina . .	Grun.	» *gemma*	Ehr.
» *construens* .	Ehr.	» *ovalis*	Breb.
Gomphonema contrictum	Ehr.	» *ovata*	Kutz.
» *olivaceum*	Ehr.	*Synedra* 6 à 7 variétés.	
Himantidium majus . .	Sm.		

Comme conséquences immédiates des expériences que je viens de rapporter, les cultures des Diatomées devront être soustraites en hiver à la congélation, et les microbotanistes ou explorateurs, qui désireront transporter au laboratoire des matériaux contenant des Diatomées vivantes, devront les rechercher dans les eaux et dépôts non congelés par le froid, enfin préserver pendant le transport ces eaux et ces dépôts des froids capables de les solidifier.

III. — De la résistance des Diatomées a la dessiccation

Avant de soumettre les Diatomées à des températures sèches successivement croissantes, et de renouveler avec ces algues mes recherches pratiquées il y a une douzaine d'années avec les spores des Cryptogames et des Bactéries, dont plusieurs résistent dans des atmosphères dépourvues d'humidité à 120°-130 degrés et même 140 degrés, j'ai voulu déterminer, au préalable, pendant combien de jours les Diatomées adultes, retirées des cultures artificielles et naturelles, survivent à la privation de l'élément liquide où elles vivent.

A cet effet, les Diatomées amenées en suspension dans l'eau des cultures par une vive agitation étaient jetées dans une petite cuvette construite avec du papier Berzélius, au-dessous de laquelle se trouvaient de nombreux doubles de papier Joseph destinés à absorber l'eau passant au travers du filtre. On laissait le papier diatomifère s'égoutter lentement puis on le séchait complètement à la température du laboratoire (8°-16°), opération qui réclamait environ 2 heures.

Enfin, le papier coupé en rectangles de 2 centimètres sur 3 était ensemencé dans des macérations stériles.

Expérience I. — Une culture artificielle de Diatomées, très riche en espèces diverses, fut traitée ainsi qu'il vient d'être dit, et, six rectangles de papier, portant à leur surface, chacun, en moyenne, vingt mille frustules adultes, furent noyés dans six macérations stérilisées, propres au développement des Diatomées.

La macération A fut ensemencée quelques heures après la dessiccation du papier.

La macération B, le lendemain.
» C, 3 jours plus tard.
» D, 5 jours plus tard.
» E, 8 jours après.
» F, au bout de 2 semaines.

Après une incubation prolongée pendant 40 jours, les macérations A, B, C, D, E et F furent trouvées vierges de toutes Diatomées ; les quelques rares frustules que je pus y rencontrer étaient

vides, à peine endochromés, et provenaient certainement des Diatomées fixées sur le papier desséché. Au contraire, plusieurs algues vertes avaient très bien supporté la dessiccation maintenue pendant 15 jours.

Les six macérations reçurent alors une quantité infinitésimale d'un dépôt humide, chargé de Diatomées, prélevé dans une culture de même âge et de même nature que celle qui avait été jetée sur le filtre; en 8 jours, j'obtins, dans les six vases, de magnifiques cultures de Diatomées. Cette contre-expérience démontre bien que le liquide des macérations n'avait pas cessé d'être fertile pour les algues siliceuses qui nous occupent, alors même qu'il était déjà peuplé d'algues vertes.

Devant des résultats aussi brutalement négatifs, il était assurément inutile de songer à étudier l'action que pouvaient exercer sur les Diatomées, des températures sèches plus élevées que celle de l'atmosphère ambiante, mais j'ai cru devoir contrôler cette première expérience, et l'étendre aux Diatomées marines.

Expérience II. — Douze écailles d'huîtres furent lentement séchées à la température de mon laboratoire (6°-15°) pendant 1 jour, puis on les plaça, deux à deux, de 24 heures en 24 heures, dans des cristallisoirs contenant de l'eau de mer factice stérilisée, c'est-à-dire que la dernière paire d'écailles d'huîtres fut ensemencée le sixième jour après la dessiccation.

Avant de livrer les huîtres au dessèchement lent de l'atmosphère du laboratoire, deux écailles soigneusement écharnées et encore humides furent plongées dans un cristallisoir préparé avec la même solution.

Le résultat de cette expérience fut le suivant : jamais aucune Diatomée n'a paru vivante dans les aquariums qui avaient reçu les huîtres desséchées; au contraire, au bout de 2 *heures*, elles sillonnaient le liquide du cristallisoir où elles avaient été introduites encore à l'état humide, et j'ajouterai que la culture des Diatomées de ce dernier vase se continua pendant plus de 2 mois, époque où elle fut supprimée (1). Au nombre des Diatomées marines, qui

---

(1) Ce fait de prolongation de vie et même de multiplication des Diatomées, n'a pas d'ailleurs échappé aux diatomistes. M. le professeur H. van Heurck m'écrit à cet égard les lignes suivantes :

« En 1886, j'avais commencé à cultiver des Actinies et je leur avais donné comme aliment une certaine quantité de Diatomées marines.

« Les Actinies sont mortes au bout d'un certain temps, assez long; les Diatomées, elles, vivent encore toujours. Le petit aquarium est formé par une petite cloche à fromage, renversée, exposée au nord dans mon laboratoire et recouverte

vécurent ainsi, soit à la surface des écailles, soit sur les parois du vase, je citerai les plus fréquentes :

Schizonema cruciger . .	Sm.	*Pleurosigma speciosum*.	Sm.
Tryblionella constricta .	Greg.	*Amphora proteus*	Greg
» *punctata*. .	Sm.	» *acuta*.	Greg.
» *victoriæ* . .	Grun.	*Amphiprora lepidoptera*	Greg.
Nitzschia sigma et var .		*Melosira nummuloïdes* .	Ag.
» *hyalina*.	Greg.	*Navicula peregrina* . . .	Ehr.
» *longissima* . . .	Grun.	» *gemina*	A. Schm.

Dans les six autres cristallisoirs, il ne fut possible de distinguer que des Flagellés, quelques rares algues vertes, et des frustules privés de toute vitalité.

On pourrait objecter ici, avec raison, que, pendant la dessiccation des écailles d'huîtres, les Diatomées s'étaient trouvées soumises à l'action de la solution saline concentrée, sensiblement caustique, que donne l'eau de mer en s'évaporant, et qu'ainsi le chlorure de sodium avait peut-être exercé une action destructive sur les algues dont la reviviscence était ultérieurement tentée ; afin d'éviter cette objection, je fis l'expérience qui suit :

Expérience III. — M. Tempère, à l'obligeance duquel j'ai eu si souvent recours dans mes recherches sur les Diatomées, m'ayant envoyé des Schizonèmes prélevées la veille au Havre sur les bords de la mer et mélangées à une foule d'autres Diatomées marines, celles-ci furent lavées dans un litre d'eau douce stérilisée à 110° ; puis le dépôt laissé par ces algues filamenteuses fut traité par un nouveau litre d'eau stérilisée, et enfin un troisième lavage fut pratiqué, et le dépôt jeté sur un papier Berzélius, où il fut répandu uniformément.

Cette expérience, conduite de tout point comme l'expérience I, donna des résultats absolument négatifs ; je n'obtins de culture de Diatomées marines vivantes que dans les vases où le papier diatomifère avait été introduit encore humide.

Il est donc évident que les Diatomées ne peuvent pas

---

d'un verre bleu cobalt foncé ; le verre bleu, d'après des essais comparatifs, joue un excellent rôle.

« Tout mon soin consiste à ajouter, de loin en loin, un peu d'eau dans la cloche. Celle-ci garde pour densité moyenne 1,010. » (*Lettre du* 13 *avril* 1892).

supporter la dessiccation sans périr d'une façon irrévocable; cependant, plusieurs auteurs ont affirmé que la reviviscence des Diatomées, même après 6 mois de dessiccation, était un fait aisé à mettre en évidence.

Nous ne discuterons pas si, dans les conditions où s'est placé, par exemple, M. Paul Petit, qui a mis les Diatomées à dessécher avec leur substratum glaireux, la dessiccation est complète, si ces substances plus ou moins gélatineuses, peut-être hygroscopiques, ne forment pas à la surface de ces algues une sorte de vernis protecteur qui empêche le protoplasme de se modifier, comme cela a lieu quand on place les Diatomées à nu ; il se pourrait également que les Diatomées donnassent des œufs ou des spores, possédassent, dans quelques cas, la faculté de s'enkyster, et de jouir alors de la propriété de se perpétuer après avoir été desséchées dans les conditions diverses où elles végètent dans la nature. Tout cela est possible, mais je ne crois pas que la Diatomée adulte, en tant qu'individu dissocié, née d'un œuf ou procédant de la scissiparisation, puisse supporter sans périr une véritable dessiccation alors même que cette dernière s'accomplit avec lenteur. Dans les expériences publiées par M. Paul Petit, je penche à croire que la dessiccation des Diatomées adultes n'a jamais été complète, et qu'il en est ainsi dans la nature, dans les lieux où l'on voit ces algues apparaître successivement après des alternatives de pluie et de sécheresse.

J'ai cherché à reproduire dans le laboratoire le phénomène de la dessiccation lente des Diatomées, et je consigne ces essais dans les trois expériences suivantes :

Expérience IV. — Une douzaine de petits rectangles de papier-filtre, disposés sur un plateau de verre propre et flambé, reçoivent chacun une goutte d'un liquide chargé de Diatomées, environ 2,000 Diatomées adultes par goutte. Le papier encore humide est placé sur un support disposé au centre d'une cloche fermée baignant dans l'eau, par conséquent dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau à la température du laboratoire. Néanmoins, plusieurs des papiers mis ainsi sous la cloche blanchissent avec le temps, c'est-à-dire en se desséchant ; d'autres restent visiblement humides, ce qu'on apprécie à la teinte grise du papier.

1° Le jour même, 4 heures après l'expérience, un papier *humide*

est ensemencé dans une macération stérilisée ; dans la suite, il détermine une belle culture de Diatomées ;

2° Le lendemain, un nouveau papier *humide* est semblablement semé et détermine une culture féconde ;

3° 5 jours après, un papier devenu *blanc*, c'est-à-dire *sec*, ensemencé de même, ne donne jamais naissance à aucune Diatomée, la culture en vieillissant se charge d'algues vertes ;

4° 7 jours plus tard, un papier encore *humide* donne un résultat positif ;

5° Après 9 jours, un papier *humide* provoque une culture de Diatomées dans laquelle dominent les algues vertes ;

6° Après 12 jours, un papier *sec* donne des algues vertes, mais pas des Diatomées ;

7° Au bout de 2 semaines, un papier *humide* fournit une culture où dominent les Diatomées de petites tailles ;

8° Enfin, 21 jours après, trois papiers, *tous humides*, donnent des cultures de Diatomées exclusivement formées d'espèces de forme réduite, Achnantes, Navicules, Gomphonèmes, etc.

Cette expérience vient donc démontrer une fois de plus qu'en l'absence d'une quantité d'eau notable, d'une humidité apparente, les Diatomées périssent rapidement.

J'ai cherché dans d'autres expériences, que je ne rapporterai pas ici, à placer les Diatomées dans des enduits protecteurs artificiels, comme la gélatine, gélose, etc., soumis eux-mêmes à l'action d'une dessiccation prolongée durant un temps variant de 24 heures à 3 jours. Tant que l'enduit est resté humide, j'ai pu obtenir avec les Diatomées, incluses dans les gelées, des cultures souvent magnifiques, mais après son dessèchement les Diatomées étaient mortes, ou du moins incapables de se multiplier.

Il me restait à vérifier si les cultures artificielles, lentement desséchées en masse et à l'ombre, étaient susceptibles de montrer des Diatomées vivantes quand on leur rend l'eau nécessaire à leur multiplication, ainsi que plusieurs auteurs déclarent l'avoir observé avec des cultures naturelles ; il n'en est rien, aussi, j'estime qu'il faut réclamer à ces auteurs de nouvelles expériences, plus précises, avant d'ajouter foi à leurs affirmations.

Expérience V. — Deux cultures de Diatomées très belles, ayant donné un abondant dépôt au fond et sur les parois latérales du vase, sont décantées ; on laisse au-dessus du dépôt de ces cultures

une couche d'eau de 2 à 3 millimètres de hauteur environ, et les vases sont ainsi abandonnés à eux-mêmes, à l'ombre et à la température du laboratoire; au bout du 6e jour, l'eau s'est à peu près complètement évaporée; néanmoins, les dépôts et les brins des végétaux: mousse, paille, etc., contenus dans la culture, sont encore manifestement humides. Il est attendu encore 8 jours: à ce moment, la mousse, la paille sont sèches, saisies avec une pince, elles s'arrachent en se décollant avec bruit du fond du flacon.

Une des cultures ainsi desséchées sous une couche de mucus naturel est ramenée à son volume primitif avec de l'eau ordinaire chauffée à 70° et refroidie; c'est-à-dire parfaitement stérilisée au point de vue des Diatomées. Dans la suite, il se développe dans le vase de belles et nombreuses algues vertes, mais il ne peut être aperçu une *seule* Diatomée vivante; tous les frustules saisis dans les prélèvements destinés à confectionner des préparations sont morts, pour la plupart vides, ou contiennent très peu d'endochrome.

La seconde culture, semblablement traitée, mais exposée à la dessiccation pendant 4 jours de plus, montre des algues vertes, mais non des Diatomées vivantes.

Ces essais m'ont paru assez concluants, et je me suis dispensé d'en faire de nouveaux; cependant, j'avais à cœur de déterminer pendant combien de temps survivaient les Diatomées au manque d'eau; vivaient-elles encore une ou plusieurs heures après la disparition des dernières traces d'humidité? Il n'y avait que les expériences directes qui pouvaient me fixer à cet égard.

Expérience VI. — Sur six couvre-objets, il est déposé plusieurs gouttes du liquide d'une macération contenant de nombreuses et vigoureuses Diatomées; chaque lamelle mince reçoit environ 7,000 à 8,000 Diatomées adultes et bien mobiles. Les lamelles sont mises en observation, et on note l'heure exacte où disparaît la dernière trace d'humidité sur chacune d'elles, ce qu'on apprécie très aisément en recevant dans l'œil la lumière du ciel réfléchie par le couvre-objet chargé de Diatomées.

Trente secondes après la disparition de la buée, une des six lamelles est jetée dans une macération refroidie et stérilisée. Après 4 jours d'attente, cette lamelle se recouvre de taches jaunes qui gagnent rapidement le fond du vase et ses parois latérales; au bout de 8 jours la culture est superbe, et montre à peu près toutes les espèces qu'on avait placées primitivement sur le couvre-objet.

Les autres lamelles sont jetées successivement dans de semblables macérations: 15 minutes, 30 minutes, 45 minutes, 1 heure et

2 heures après la disparition de la buée. Le résultat fut tout autre : jamais aucune Diatomée vivante n'a parue dans les macérations qui se sont au contraire peuplées d'algues vertes.

Il découle donc de ces faits que la mort des Diatomées adultes suit de très près, de quelques minutes, le moment où elles viennent à manquer d'eau. J'ai cherché, par l'examen microscopique direct, à me rendre compte des lésions qu'apporte la dessiccation dans ces cellules végétales.

Des Diatomées de grande forme jaunes et bien endochromées furent placées sur des porte-objets ; on sait qu'au moment où les dernières traces d'eau s'évaporent, l'aspect qu'elles présentent quand elles sont baignées d'air est bien différent de celui qu'elles offrent quand elles sont plongées dans les liquides : le contour des Diatomées s'estompe fortement, le protoplasme perd en grande partie sa couleur jaune, il paraît sillonné de lignes très accusées, enfin l'examen des détails de l'endochrome des frustules devient très laborieux. Il faut donc, pour observer dans des conditions identiques, restituer aux Diatomées l'eau dont on les a passagèrement privées.

Quand on ajoute de l'eau aux Diatomées soumises pendant quelques minutes à la dessiccation, beaucoup d'entre elles semblent revenir instantanément à leur état normal : l'endochrome n'a pas cessé d'être lisse et homogène ; s'il présente des vides ou des aires hyalines, ces aires semblent n'avoir subi aucune déformation. Cependant, quand on fixe par la photographie la position du protoplasme chez les larges Nitzschies et les longs Synèdres, on peut apprécier que l'endochrome a subi quelques modifications de forme, et ne revient pas toujours au même point. Le périmètre plus ou moins irrégulier et polygonal des aires hyalines a varié ; on constate encore des épaississements et des rétractions de l'endochrome. Beaucoup d'autres Diatomées, prenons pour exemple les gros Mélosires, montrent au contraire, après la moindre dessiccation, une forte rétraction de l'endochrome dans une partie du frustule cylindrique ; et, après une seconde immersion dans l'eau, il ne récupère jamais la position qu'il occupait primitivement. Cette rétraction de l'endochrome a lieu dans le liquide ou

suc que contient le frustule, qu'on ne trouve envahi par l'air qu'après plusieurs jours de dessiccation ; alors le contenu coloré de Diatomées devient *verdâtre*, parfois *granuleux*, et la phycoxanthine est en voie de disparaître.

Donc, la modification la plus apparente que fait subir aux Diatomées, une période de dessèchement capable d'occasionner leur mort, est la rétraction de l'endochrome, rétraction qui peut passer inaperçue à l'observateur dans certaines espèces de Diatomées. Cette privation rapide de la vie, qui nous montre combien est grande la fragilité de ces algues, trouvera peut-être une explication rationnelle quand on sera parvenu à étudier plus intimement les modifications que le manque d'eau peut apporter au thalle extérieur du frustule, et au noyau de ces cellules ; ce n'est pas, en effet, sans étonnement qu'on constate que des algues, dont l'enveloppe cellulaire peut passer pour des plus résistantes et qui semblent, plus que toutes autres, à l'abri des variations des milieux extérieurs y sont, au contraire, éminemment sensibles.

Je ne terminerai pas ce paragraphe sans le faire suivre des considérations pratiques qu'inspire la fragilité des Diatomées au dessèchement.

1° Dans les cultures des Diatomées, alors même que les vases restent grandement ouverts, on n'a jamais à redouter l'invasion du milieu par des espèces frustulaires apportées par voie atmosphérique. Dans la nature, les Diatomées ne peuvent donc, du moins à l'état de cellules vulgaires, être transportées vivantes d'un point à un autre par les poussières cosmiques, et former loin de leur lieu d'origine de nouveaux foyers de cultures. Il semble qu'à l'état de cellules adultes dissociées, elles doivent pour pouvoir se multiplier, être transportées par les eaux ou les *substrata* humides ;

2° Le microbotaniste qui voudra étudier, par voie de culture, les Diatomées des pays éloignés de son laboratoire devra toujours recommander à ses correspondants de lui expédier des dépôts chargés d'eau et dans des conditions où ils ne puissent subir une dessiccation même peu prolongée. Dans ses propres herborisations, l'observateur

devra agir de même toutes les fois qu'il aura intérêt à cultiver les espèces qu'il a recueillies ;

3° Enfin, dans les cultures à l'état de pureté, on devra ne pas oublier que, si les Diatomées deviennent rapidement infécondes, après la disparition des moindres traces d'eau, elles conservent, au contraire, longtemps leur vitalité quand cet élément ne leur fait pas défaut ; en conséquence, les pinces, les aiguilles, les pipettes, agitateurs, etc., ayant été en contact avec une culture devront être soigneusement flambés, afin que ces divers instruments ne puissent être accusés de provoquer une contamination qui serait, sans ce soin, non seulement possible, mais encore probable.

IV. — Action des radiations lumineuses sur les cultures des Diatomées

Je séparerai ici les radiations lumineuses des radiations calorifiques, dont je parlerai plus tard, et j'examinerai surtout dans ce paragraphe le sort des cultures des Diatomées exposées aux radiations lumineuses de la lumière solaire réfléchie par le ciel, et aux radiations directes de la lumière artificielle.

Quand on place dans l'obscurité absolue plusieurs macérations convenablement ensemencées avec des Diatomées, il ne se développe jamais dans les liquides d'algues vertes ni la moindre Diatomée ; au contraire, on y trouve des bactéries, des Infusoires et des Champignons vivants. Les frustules mobiles introduits dans ces macérations, entrent bientôt à l'état de repos; leur endochrome se rétracte lentement, la Diatomée reste remplie de liquide et sommeille jusqu'au jour de sa mort, parfois très longue à survenir. Si plus tard les cultures restées infécondes, par le manque de lumière, sont placées au jour, les Diatomées se réveillent, deviennent le siège de phénomènes précurseurs de la vie; l'endochrome, très rétracté, parfois peu visible, à l'état de lame mince ou de granulations acquiert lentement son volume primitif; mais, bien avant que la

Diatomée, quand elle est naturellement mobile à l'état adulte, soit devenue parfaitement endochromée, elle s'agite et se déplace, puis se multiplie par scissiparité.

Si les cultures sont placées au demi-jour, ou, par exemple, dans une armoire vitrée située au centre d'une pièce éclairée par une fenêtre unique, j'ai remarqué que durant les jours de l'hiver, de décembre à mars, les cultures restent de même infécondes, comme si on les avait plongées dans l'obscurité absolue. Voici, d'ailleurs, les faits sur lesquels repose cette affirmation.

Expérience I. — *Action de la lumière diffuse du jour sur les cultures des Diatomées.*

Le 21 décembre 1891, on prépare 12 macérations qui reçoivent les numéros de 1 à 12, qu'on place dans les conditions qui viennent d'être décrites, c'est-à-dire dans une armoire vitrée située au centre d'une des pièces de mon laboratoire.

Au bout d'un mois, rien n'est apparu dans les 12 macérations; au microscope, on aperçoit seulement quelques frustules immobiles, vides ou peu endochromés, provenant de l'ensemencement.

Ce jour-là, le 20 janvier 1892, les cultures 1, 2, 3 et 4 sont exposées à la lumière du jour directement derrière les vitres des fenêtres donnant sur la place Saint-Gervais, autrement dit au nord. La température du laboratoire est peu élevée, elle marque en moyenne 10°,2; néanmoins, ces quatre vases, deviennent au bout de 15 jours, le siège de très belles cultures.

Après 2 mois d'attente, les huit macérations restées dans l'armoire ne donnent lieu à aucun développement de Diatomées; les vases 5, 6, 7 et 8 sont exposés à la lumière du ciel dans les conditions sus-mentionnées, et au bout de 15 jours les cultures sont devenues florissantes, la température moyenne du laboratoire pendant cette quinzaine s'est montrée égale à 12°,8.

Enfin, le 21 mars, après un séjour de 90 jours dans l'armoire vitrée, les macérations 9, 10, 11 et 12, vierges de tout développement d'algues siliceuses et d'algues vertes, sont à leur tour placées contre les carreaux de la fenêtre de la place Saint-Gervais; la température moyenne du laboratoire étant de 13°,5, en 20 jours; ces quatre derniers vases se peuplent de Diatomées, je ne dirai pas en nombre d'espèces aussi variées que les précédentes, mais on y rencontre beaucoup de Nitzschies, de Cyclotelles, de Navicules, de Mélosires, de Synèdres, d'Astérionelles, de Fragillaires, etc., peu d'algues vertes et quelques Infusoires, surtout des Amibes.

J'ai répété bien souvent cette expérience avec des cultures marines et d'eau douce, et les résultats obtenus n'ont jamais cessé d'être négatifs. Si, au contraire, on rapproche les cultures des fenêtres en les débarrassant de la seconde enveloppe vitrée qui les entoure dans l'expérience I, on voit, au contraire, les Diatomées se multiplier avec lenteur, il est vrai, mais la culture s'établit et se poursuit longtemps.

Le besoin de lumière reconnu pour toutes les plantes à chlorophylle est tout aussi indispensable aux Diatomées, et l'on observe, c'est là un fait important à noter, que les rayons lumineux doivent avoir une certaine intensité, hors laquelle l'*obscurité physiologique* naît pour ces algues. Cette obscurité n'est pas aisée à déterminer, vu l'intensité si variable de la lumière du jour; mais, soit au moyen de verres blancs ou de cloches de verre blanc, entrant concentriquement l'une dans l'autre, on peut écarter par des réflexions successives assez de lumière pour produire l'obscurité physiologique, en-deçà de laquelle les Diatomées ne peuvent se reproduire, et au-delà de laquelle elles peuvent se multiplier plus ou moins activement. Enfin, ce que je puis affirmer, c'est qu'en toutes saisons, même durant les jours les plus courts de l'année, les rayons lumineux réfléchis par la partie du ciel comprise entre le N W et le N E, en passant par le Nord, sont assez actifs pour permettre l'éclosion des Diatomées placées, dans un vase de verre, derrière un carreau de vitre; je puis encore ajouter que des cultures, d'une allure plus lente, peuvent s'effectuer alors que les carreaux sont opalins, finement dépolis en cannelés.

Malgré mon vif désir, faute d'une exposition convenable, je n'ai pu étudier l'action qu'exercent les rayons directs du soleil débarrassés de leur pouvoir actinique sur les cultures des Diatomées ; ce sujet, j'espère l'aborder prochainement. En revanche, j'ai pu me livrer à quelques expériences sur l'action qu'exerce la lumière artificielle sur ces algues siliceuses.

Expérience II. — *Action de la lumière du gaz à éclairage sur les cultures des Diatomées.*

Dispositif. — L'appareil dont je me suis servi pour étudier l'action des radiations de la lumière artificielle sur les cultures des Diatomées, ressemble de très près à la chambre noire entièrement en bois d'un appareil photographique. A la place de la glace dépolie se trouve un panneau plein, mobile et coulissant, fermant exactement l'ouverture par laquelle les cultures sont introduites et disposées au gré de l'observateur. Du côté opposé à ce panneau, se trouve, vis-à-vis, une seconde ouverture à travers laquelle on dirige la lumière, et qui peut recevoir des diaphragmes de diverses grandeurs, des cuves contenant des solutions athermanes ou monochromatiques, des plaques de verre coloré ou non, des lentilles pour concentrer la lumière, etc. Dans l'intérieur de cette chambre existe, également, une table refroidissante métallique dans laquelle on peut faire circuler un courant d'eau froide continu, quand cela est nécessaire ; enfin, par des trous pratiqués à la partie supérieure de la caisse, il est aisé de plonger des thermomètres dans les cultures, ces trous disposés linéairement de 5 en 5 centimètres sont fermés avec des bouchons lorsqu'ils ne servent pas.

La source lumineuse adoptée est le bec papillon, brûlant environ 65 litres de gaz à l'heure, sous la pression constante de 20 millimètres. Ce bec est enfermé dans une lanterne métallique, surmontée d'une cheminée qui, par une de ses faces ouvertes, peut s'appliquer exactement contre la chambre. Le bec est mobile dans l'intérieur de la lanterne, et on peut renforcer sa lumière au moyen d'un réflecteur parabolique à long foyer. Enfin, un compteur à gaz de précision est annexé au système pour permettre d'apprécier à tout instant si les conditions de l'expérience ont été modifiées. Quand on possède un bon régulateur à pression, le volume du gaz consommé varie, au plus, de quelques dixièmes de litres par jour ; ce sont d'excellentes conditions pour avoir des radiations lumineuses *continues* et *constantes*, ce qui certainement est irréalisable avec la lumière du jour, qui, en négligeant le crépuscule, varie depuis le lever jusqu'au coucher du soleil.

Premier essai. — Deux macérations ensemencées par des Diatomées sont placées dans la chambre noire respectivement à $0^m,20$ et $0^m,30$ du bec papillon brûlant 65 litres de gaz à l'heure ; il n'est interposé aucun verre entre la source lumineuse et les cultures, le réflecteur est enlevé de la lanterne, la lumière agit donc par simple rayonnement direct.

Les cultures s'établissent très lentement, rien n'est encore visible à l'œil dans les vases après 10 jours d'exposition ; au microscope, quelques Diatomées se montrent bien endochromées mais immo-

biles, plusieurs filaments de Mélosires sont superbes. La température du liquide des deux vases est, en moyenne, dans le plus rapproché 26°, et 24° dans le plus éloigné, cette différence de 2° est due à l'inégale intensité des rayons actiniques.

Au bout de 15 jours d'attente, le vase placé à 0m,20 commence à montrer un dépôt jaune doré, qui s'accentue les jours suivants. Rien n'apparaît encore dans la macération placée à 30 centimètres.

Au bout de 1 mois, la première culture est très florissante, bien qu'un peu maigre ; elle montre quelques *rares* algues *vertes*, des Infusoires très mobiles, et surtout beaucoup de Diatomées normalement endochromées. Particularité curieuse, les espèces ordinairement mobiles à la lumière du jour se multiplient ici sur place, et sont privées de mouvements, à l'exception de quelques Synèdres doués d'une locomotion lente. Quant à la culture placée à 0m,30 du bec de gaz, elle n'est pas devenue florissante, mais elle montre cependant des Diatomées nombreuses en voie de multiplication lente.

Deuxième essai. — Une expérience semblable à la précédente est pratiquée avec cette différence, qu'un verre jaune est interposé sur le trajet des rayons émanant d'un bec de gaz brûlant 65 litres à l'heure, et que les macérations convenablement ensemencées sont placées à 0m,10 et 0m,20. La température de la première macération reste constamment voisine de 29°, la seconde de 25°. Au bout de 20 jours, les cultures sont peuplées de Diatomées, presque toutes immobiles, et ultérieurement les cultures deviennent assez belles ; on note, cependant, que la plus riche en frustules, est celle qui est la plus rapprochée de la source lumineuse.

Ainsi, la lumière artificielle possède les qualités voulues pour favoriser le développement des Diatomées et entretenir leur vie ; je considère cette observation comme très essentielle, car elle va permettre aux observateurs de faire agir sur ces algues une source uniforme de radiations lumineuses ; alors, dans des conditions invariables d'éclairement, que l'opérateur pourra à son gré augmenter et diminuer, il deviendra vraisemblablement possible de résoudre de nombreuses questions se rapportant à la biologie des Diatomées.

Notons dans ces essais préliminaires :

1° Que les Diatomées s'endochroment normalement à la lumière du gaz ;

2° Que la mobilité de ces algues est à peu près abolie ;

3° Que les algues vertes peuvent à peine se développer dans les conditions où les Diatomées se multiplient très bien.

Ce dernier fait est soigneusement à noter, car il va nous permettre de trier dans une certaine mesure les Chlorophycées des Diatomées.

On substituera, je crois, avec avantage à la lumière du gaz la lumière électrique qui offre, à un degré moindre, l'inconvénient d'échauffer les macérations, et qui, en tout cas, est beaucoup plus manipulable que la première. L'absence chez moi de canalisation électrique ne m'a pas permis de me livrer à ces essais ; quoi qu'il en soit, le fait de la multiplication des Diatomées aux radiations des lumières artificielles est aujourd'hui acquis à la science, et je crois qu'il ouvre de vastes horizons aux expérimentateurs.

Voici la liste des genres qui ont présenté quelques individus pouvant croître à la lumière du gaz :

Achnantes	*Himantidium*
Amphora	*Melosira*
Asterionella	*Navicula*
Cyclotella	*Nitzschia*
Diatoma	*Pleurosigma*
Epithemia	*Rhoïcosphœnia*
Fragillaria	*Surirella*
Gomphonema	*Synedra*

Il est probable que la plupart des Diatomées peuvent croître à la lumière artificielle ; néanmoins, mes essais ne se sont étendus jusqu'ici qu'à une soixantaine d'espèces marines et d'eau douce ; par conséquent, mes conclusions ne sauraient comporter actuellement plus de généralité que celle qui résulte des faits que je viens de rapporter.

Il était de même très intéressant d'étudier l'influence de divers rayons du spectre lumineux sur les Diatomées ; cette question, comme on l'a vu plus haut, a déjà préoccupé les naturalistes, et les cultures artificielles des Phéophycées siliceuses se prêtaient aisément à de semblables expériences. J'ai pratiqué sur ce sujet de nombreuses cultures comparatives dans des bocaux de verre diversement colorés, mais j'ai institué plus particulièrement les deux essais suivants dans le but d'établir la valeur fécondante respective des divers rayons qui forment la lumière blanche.

EXPÉRIENCE II. — *Action des rayons colorés sur les Diatomées.*

Dispositif. — Dans une caisse de bois prismatique, divisée en six compartiments, fermée par deux portes bien jointes sur la face postérieure opposée à la lumière et possédant devant chaque compartiment une fenêtre carrée percée dans la face antérieure, on place des flacons plats pleins de solutions colorées ; derrière ces flacons, par conséquent sur le trajet des rayons colorés dont ils permettent l'accès, sont disposées des macérations stérilisées, convenablement ensemencées par des Diatomées ; puis enfin la caisse est exposée à la lumière du jour.

L'éclairement de toutes les fenêtres de la caisse étant également assuré, et les macérations identiquement préparées, on juge de l'inégale fécondité des rayons colorés par l'apparition successive des caractères des cultures des Diatomées : taches, dépôts dorés, et par le plus ou moins d'abondance de ces dépôts ; telle culture sera devenue prospère depuis 15 jours ou un 1 mois, alors que telle autre ne présentera rien.

Premier essai. — Devant chaque fenêtre de la caisse, il est respectivement placé, dans des flacons à faces parallèles, une couche d'eau et de liquide coloré sous une épaisseur de 3 centimètres suivant l'ordre que j'indique ci-après :

1° De l'eau pure distillée (lumière blanche) ;

2° Une solution de sulfate de cuivre ammoniacal (lumière bleue violacée) ;

3° Une solution d'acide sulfindigotique (lumière indigo) ;

4° Une solution de chromate neutre de potasse (lumière jaune) ;

5° Une solution de sulfate de nickel (lumière verte) ;

6° Une solution de picro-carmin (lumière rouge).

La distance de la caisse à la fenêtre est préalablement calculée de façon que la *lumière blanche* traversant le flacon d'eau soit *obscure* pour les Diatomées, c'est-à-dire incapable de provoquer la multiplication de ces algues. Ensuite, six macérations stériles préparées exactement de la même façon, largement ensemencées avec une culture très riche de Diatomées, sont individuellement disposées derrière les six flacons distribuant la lumière blanche, bleue, jaune, verte et rouge.

Rien n'apparaît durant les 20 premiers jours ; une semaine plus tard, un léger dépôt doré formé par des Diatomées vivantes et mobiles, naît au fond de la macération exposée aux radiations *jaunes* de la solution de chromate neutre de potasse. Quelques jours après, c'est la macération éclairée à travers l'acide sulfindigotique (bleu indigo léger) qui offre un commencement de culture. Dans l'ordre chronologique, c'est la macération soumise à l'action des rayons *verts* qui se charge ensuite de Diatomées, puis la macération placée

derrière le flacon contenant le sulfate de cuivre ammoniacal (bleu violacé). Quant à la lumière *rouge* et à la lumière *blanche*, elles se montrent encore inefficaces après 50 jours d'attente : les macérations qui sont exposées à leur action restent inféconde; l'expérience est alors interrompue et recommencée de la façon suivante :

Deuxième essai. — Dans ce nouvel essai pratiqué uniquement dans le but de contrôler le premier, rien n'est changé, à l'exception des solutions colorantes qui sont toutes étendues d'eau distillée de façon à les affaiblir de moitié. La solution d'acide sulfindigotique, qui avait pâli durant l'expérience précédente, par suite du développement de quelques bactériens réducteurs, est supprimée et remplacée par de l'eau pure ; le picro-carmin qui, au contraire, n'avait pas été sensiblement touché par la lumière du ciel, est remplacé par une solution rose concentrée de nitrate de cobalt.

Voici d'ailleurs la disposition des couleurs dans les cases de la chambre noire :

1° Solution de nitrate de cobalt (lumière rouge);
2° Eau distillée (lumière blanche) ;
3° Solution de sulfate de nickel (lumière verte);
4° Solution de chromate neutre de potasse (lumière jaune);
5° Eau distillée (lumière blanche);
6° Sulfate de cuivre ammoniacal (lumière bleue).

Après 3 semaines d'attente, c'est encore dans la lumière *jaune* qu'apparaît visiblement le premier développement des Diatomées, suivi à 5 à 6 jours de distance de la mise en marche presque simultanée des cultures exposées à l'action des rayons *bleus* et *verts*.

Après 2 mois, la lumière *blanche* a fécondé très légèrement les deux macérations qui sont exposées à son action, ce que j'attribue à la somme plus considérable des radiations lumineuses qui ont pu traverser en mars et avril l'eau distillée, alors que précédemment, en janvier et en février, la somme des radiations réfléchies par le ciel était beaucoup moindre. La lumière *rose* s'est montrée absolument inefficace sur la macération exposée à son action.

En résumé, les rayons les plus efficaces pour cultiver les Diatomées d'eau douce, (je n'ai pas expérimenté avec des Diatomées marines), sont : les rayons jaunes après lesquels viennent les rayons bleus et verts. Quant aux radiations blanches à intensité égale, elles sont inactives, propriété négative que possèdent de même les radiations rouges et roses.

Pour cultiver les Diatomées d'eau douce, on pourra donc placer les macérations derrière des vitres jaunes qu'on aura substituées aux vitres blanches; dans la pra-

tique, il sera plus commode d'employer des flacons poudriers jaunes à nitrate d'argent, ou mieux encore, la lumière blanche dispensée en quantité suffisante qui peut, malgré son infériorité manifeste, racheter par la quantité sa mauvaise qualité. Mais, soit que les verres bleus qu'il m'a été possible de me procurer fussent trop foncés, soit que réellement la lumière bleue n'ait pas les qualités requises, il m'a été impossible d'obtenir avec elle de belles cultures de Diatomées d'eau douce. Il est d'ailleurs heureux, dans toutes les expériences sur les Diatomées, que l'observateur puisse user tout simplement de la lumière réfléchie par le ciel ; imiter en un mot ce qui se passe dans la nature, sauf à réserver pour des cas particuliers l'usage de radiations que l'expérience démontre présenter de grands avantages, et conduire à des résultats intéressants.

D'ailleurs, ce serait une erreur de supposer que les Diatomées exigent beaucoup de lumière pour croître et se multiplier, le moment où ces algues semblent en avoir le plus besoin est celui qui suit l'ensemencement des macérations, la trop grande lumière finit par décolorer les Diatomées, et elle est souvent la cause que les algues vertes prennent dans les cultures une prépondérance fâcheuse. On arrive, il est vrai, à gêner le développement des algues vertes, en ajoutant des solutions de silice aux cultures ou de la silice gélatineuse dyalisée (1), et encore en faisant

(1) Voici comment je prépare la silice gélatineuse et les solutions de silice qui peuvent rendre de très grands services dans la culture artificielle des Diatomées.

On prépare dans deux flacons séparés :

1° Une solution au 1/10e de silicate de soude commercial à 40 dégrés Baumé, qu'on filtre et qu'on maintient à l'abri de l'air ;

2° Une solution d'acide chlorhydrique pure à 22 degrés au 1/20e.

Quand on veut obtenir de la gelée de silice, on verse dans un dyaliseur placé dans un courant d'eau : 60 centimètres cubes de la solution de silicate de soude au 1/10e, et 30 centimètres cubes de la solution d'acide chlorhydrique au 1/20e ; ce mélange reste liquide jusqu'à ce que son acidité ait disparu, par suite des phénomènes d'exosmose, qui entraînent de même la majeure partie du sel marin ; puis, il se prend en gelée opaline, qu'on enlève et qu'on conserve dans un vase plein d'eau distillée.

Si c'est une solution de silice pure qu'on désire obtenir, au mélange des 60 centimètres cubes de silicate au 1/10e et des 30 centimètres cubes d'acide chlorhydrique au 1/20e, on ajoute 270 centimètres cubes d'eau ; et l'on dyalise jusqu'à disparition du chlorure de sodium et de toute acidité ; on obtient alors une solution de silice pure, légèrement opaline, qui passe admirablement à travers les filtres, et qui contient de la silice, en apparence, directement assimilable par les Diatomées. Mais il faut bien se garder pour des motifs que je donnerai ultérieurement, d'ajouter aux cultures des Diatomées du silicate de soude.

passer la culture de la grande lumière à la demi-obscurité ; c'est même là un moyen de séparer les algues vertes des Diatomées ; en effet, après quelques cultures successives pratiquées à la lumière artificielle ou au demi-jour, les algues vertes disparaissent quelquefois complètement pour faire place aux algues siliceuses dont l'endochrome jaunit et fonce d'autant plus que la lumière blanche diminue.

V. — Action des radiations calorifiques sur les Diatomées

Ce paragraphe peut être beaucoup plus court, puisque déjà nous avons étudié la résistance des Diatomées à la chaleur et au froid, cependant il n'a encore rien été dit de l'influence qu'exerce cet agent physique sur le développement des Diatomées. Nous savons, seulement, que ces algues sont presque toutes détruites par la congélation de leurs milieux de cultures, ou par leur élévation à 45 degrés. Mais entre 0° et 45 degrés doivent, évidemment, se trouver des températures favorables à la multiplication plus ou moins rapide de ces algues.

L'expérience démontre, effectivement, que le froid suspend ou retarde considérablement la marche des cultures des Diatomées, et que la chaleur l'accélère. Je ne citerai pas les nombreux faits que j'ai recueillis à cet égard, car il suffit de cultiver des Diatomées pour avoir tous les jours l'occasion de constater que l'évolution de ces algues croît en rapidité avec le degré de chaleur de l'atmosphère ambiante, jusqu'à une limite qui est loin d'être la même pour toutes les espèces. Néanmoins, on peut, en termes généraux, exprimer les conclusions suivantes :

En plein hiver quand les chambres sont très froides (5°-10°), il faut plus de 10 à 12 jours pour que les macérations ensemencées par des Diatomées puissent présenter des traces bien apparentes de culture.

Quand la température oscille de 10° à 15 degrés, 8 jours sont suffisants ; entre 15° et 20 degrés, les cultures peuvent débuter manifestement du 4e au 5e jour.

Je n'ai pas encore eu l'occasion d'étudier l'action de la chaleur atmosphérique naturelle entre 20° et 30 degrés sur ces mêmes cultures; cependant, j'ai pu fort bien constater dans mes expériences effectuées avec la lumière artificielle du gaz, que la température de 20° à 30 degrés favorise très convenablement la multiplication de la plupart des algues qui nous occupent; de plus, que de 30° à 35 degrés, beaucoup d'espèces commencent à souffrir, et que leur multiplication, à l'exception de quelques Nitzschies est considérablement ralentie. Une expérience a été pourtant conduite dans le but de déterminer l'action néfaste du froid sur les cultures des Diatomées, et de démontrer que c'est uniquement aux rigueurs de la température, et non à l'insuffisance des radiations lumineuses du ciel, que l'on doit le ralentissement et même la suppression du développement des Diatomées dans la Nature durant les saisons froides; conséquemment, que la culture de ces algues est possible à tous les mois de l'année, quand on fournit aux milieux où elles se développent le calorique dont elles ont besoin.

Expérience I. — *Action de la chaleur sur le développement des Diatomées.*

Le 23 janvier 1892, un vase à précipiter, contenant une macération de 1 litre de volume, est exposé à la lumière du nord, à l'air extérieur, sous l'action des radiations du ciel mitigées par un verre blanc.

A la même date une culture identiquement préparée est placée dans mon laboratoire au nord et derrière un carreau de vitre.

Un mois plus tard, le 26 février, la culture placée à l'extérieur n'offre pas de dépôt bien apparent de Diatomées; on y remarque des flocons de Mucédinées au sein desquels le microscope décèle quelques Infusoires, surtout des Amibiens, de rares algues vertes ainsi que des Synèdres et Nitzschies mobiles, quelques Fragillaires et des Astérionelles. La température moyenne de la culture, relevée deux fois par jour, a été de 5°,3 pendant le mois (23 janvier-26 février), une seule fois, un peu de glace (les 17 et 18 février) a été aperçue à la surface de la macération.

La culture, restée dans le laboratoire à la température moyenne de 11°,3, montre dès le neuvième jour un dépôt jaune très riche en belles Diatomées; finalement elle acquiert son maximum de développement au bout d'un mois, c'est-à-dire au moment où la culture placée à l'extérieur débute très péniblement.

En revanche, les cultures qu'on expose, directement, dans nos climats, aux rayons actiniques du soleil, sont rapidement anéanties si la température des macérations frappées par les radiations de cet astre s'élève au-delà de 40 degrés ; je rapporterai à cet égard six observations effectuées pendant les mois de mars et d'avril de cette année, c'est-à-dire à une époque où les chaleurs sont très modérées, sinon remplacées par une température froide.

Ier Essai

Le 6 mars 1892, temps froid et très beau, température moyenne — 1°,2.

La culture à l'intérieur à 8 heures marque 5°,0.
» au soleil à 2 » » 23°,3.

Les Diatomées et les algues vertes n'ont pas été sensiblement touchées par la température de 23°,3, due aux radiations solaires.

IIe Essai

Le 13 mars, temps froid et très beau, température moyenne + 1°,5.

La culture à l'intérieur à 8 heures marque 7°,5.
» au soleil à 2 » » 26°,0.

Les Diatomées et les algues vertes n'ont pas souffert, et la culture marche régulièrement les jours suivants.

IIIe Essai

Le 20 mars, temps froid et très beau, température moyenne 8°,5.

	Température	
	de l'eau pure	de la culture
A l'intérieur à 8 heures.	12°,0	12°,1
Au soleil à 2 heures.	33°,5	36°,5

La culture devenue légèrement verdâtre a été immobilisée pendant une huitaine de jours.

IVe Essai

Le 3 avril, temps beau et chaud, température moyenne 18°,2.

	Température	
	de l'eau pure	de la culture
A l'intérieur à 8 heures du matin. .	15°,4	15°,6
Au soleil à 10 heures du matin. . . .	34°,6	39°,2
» à midi.	40°,6	43°,9
» à 2 heures de l'après-midi.	43°,2	46°,8

Ve Essai

10 avril, temps assez chaud et très beau ; température moyenne 14°,9.

	Température	
	de l'eau pure	de la culture
A l'intérieur, à 8 heures.	17°,8	17°,9
Au soleil, à 10 heures.	36°,1	37°,6
» à midi.	43°,8	46°,3
» à 2 heures.	44°,2	47°,0

VIe Essai

24 avril, chaleur modérée, ciel légèrement brumeux ; température moyenne 12°,0.

	Température	
	de l'eau pure	de la culture
A l'intérieur, à 8 heures.	15°,0	15°,3
Au soleil à 10 »	29°,6	30°,6
» à midi.	37°,7	39°,2
» à 2 heures.	40°,0	42°,3

Les trois cultures des essais IV, V et VI sortent du soleil à peu près décolorées ; de jaunes les dépôts sont devenus blancs dans les essais IV et V, et blanc verdâtre dans l'essai VI. Les Diatomées se présentent au microscope pleines de globules huileux, avec un endochrome décoloré très rétracté et parfois granuleux. Le soleil semble n'avoir fait qu'une bouchée de la matière colorante des Diatomées ; les algues vertes ont elles-mêmes blanchi, mais dans la suite quelques-unes d'entre elles renaissent à la vie et continuent à se multiplier. Quant aux Diatomées des essais IV, V et VI, exposées au soleil à 46°,8, 47°,0 et 42°,3, leur mort a été défini-

tive ; je possède encore les cultures qui les renferment à l'état de frustules siliceux à peu près vides et privés de toute vitalité.

L'énonciation de ces résultats désastreux dicte à chaque expérimentateur le soin avec lequel il doit soustraire les cultures de Diatomées *in vitro* aux radiations directes du soleil. Dans l'ignorance où j'étais, au début de mes recherches, de l'action malfaisante des rayons actiniques du soleil, j'ai perdu par séries successives les plus belles cultures de Diatomées marines et d'eau douce. Il paraîtrait que quelques diatomistes ont été plus heureux, qu'ils ont vu des cultures naturelles de Diatomées exposées au soleil, et même entièrement desséchées, revivre comme le phénix de leurs cendres ; ce sont là des affirmations erronées qui ne tarderont pas à disparaître au fur et à mesure que les expérimentateurs examineront de plus près les faits réels, et ne leur substitueront pas des vues où l'imagination pure se donne un trop libre cours.

Bien d'autres recherches sont à effectuer sur l'action qu'exercent les agents physiques sur les Diatomées ; on peut même affirmer que les problèmes à résoudre abondent et naissent à mesure qu'on avance dans ces études intéressantes. Aussi, dans les quelques pages qui précèdent, ai-je voulu plutôt attirer l'attention des observateurs sur quelques faits saillants, que traiter à fond des sujets qui réclameront encore de longs et patients travaux.

REVUES ET ANALYSES [1]

L. Pfeiffer. — Die Protozoen als Krankheitserreger. — Les Protozoaires considérés comme agents pathogènes (G. Fischer-Jnéa, 1891).

Les beaux travaux de Laveran, en attirant l'attention sur le rôle pathologique d'organismes parasitaires non microbiens, ont ouvert aux recherches une voie nouvelle, et la question des Protozoaires considérés comme agents pathogènes est tout à fait à l'ordre du jour.

Nos connaissances à ce sujet sont encore bien rudimentaires, et les faits acquis se réduisent actuellement à peu de chose, surtout en ce qui concerne la pathologie humaine. Il est permis toutefois d'espérer que les recherches entreprises dans ce sens permettront d'arriver à d'importants résultats et que les progrès de la Protistologie conduiront à la solution de plus d'une question de pathogénie restée jusqu'ici insoluble.

Aussi comprend-on facilement l'intérêt et l'utilité d'un travail d'ensemble présentant un résumé des notions auxquelles nous sommes arrivés relativement aux lésions et aux troubles morbides que peuvent déterminer chez leurs hôtes les Protozoaires parasites. Cette tâche épineuse a été entreprise par M. le Dr Pfeiffer, qui, dans son livre, présente avec beaucoup de clarté et d'impartialité les résultats des travaux les plus récents, complétés dans un grand nombre de cas par l'exposé de recherches originales. Les travaux précédents de M. Pfeiffer lui permettaient, d'ailleurs, d'aborder ce sujet avec une grande compétence. Cet ouvrage éminemment consciencieux et très intéressant en ce qu'il attire l'attention sur des faits encore peu connus et indique aux chercheurs une voie dont l'exploration promet d'être féconde, nous semble toutefois mériter une criritique. L'auteur nous a paru parfois se laisser entraîner par la conviction où il est de l'importance des Protozoaires comme agents pathogènes. Par suite, son appréciation de certains travaux ou l'interprétation qu'il donne de certaines observations personnelles sont peut-être entachées de partialité en faveur de la thèse qu'il soutient,

(1) Les travaux qui rentrent dans le cadre des *Annales de micrographie* seront analysés au fur et à mesure de leur réception au bureau du journal.

et quelques questions eussent, croyons-nous, gagné, dans l'état actuel de nos connaissances, à être résolues moins affirmativement.

Dans une *première partie* l'auteur expose les faits relatifs aux *Infections cellulaires ou nucléaires* chez les animaux et les plantes. Une seconde partie est consacrée à ces mêmes infections dans certaines *maladies non bactériennes de l'homme.*

Dans la première partie, après une introduction consacrée à des généralités sur les Protozoaires au point de vue de leurs caractères et de leur classification, vient un chapitre ayant pour objet les méthodes techniques utiles dans l'étude de ces êtres. Nous signalerons dans ce chapitre la description d'un modèle de platine chauffante qui nous a paru très heureusement combiné.

L'auteur entre ensuite dans la description des parasites. Il étudie d'abord une *Clepsidrina* qu'il a rencontrée dans l'intestin de la *Chrysomela violacea*, et dont il a constaté l'habitat intra cellulaire pendant ses premiers états; puis le *Monocystis* du testicule du Lombric.

A propos du *Coccidium oviforme*, il a constaté que l'infection se fait pour ainsi dire en deux temps, le corps falciforme après son arrivée dans une cellule de l'intestin acquiert un certain développement, puis s'enkyste et le contenu de ce kyste (*schwärmersporencyste*) se divise en corps falciformes qui deviennent libres et donneront naissance aux formes jusqu'ici connues (*Dauercysten*). Celles-ci ne représenteraient que la période ultime et non dangereuse de la maladie qui au contraire pendant la formation des *schwärmersporen* affecterait les caractères d'une maladie aiguë et occasionnerait de nombreux décès parmi les jeunes Lapins sur lesquels elle sévit spécialement.

Nous ne pouvons que mentionner ici les articles relatifs à l'*Eimeria*, de la Souris, à la coccidie signalée dans l'Oie par Railliet, au *Coccidium* découvert par l'auteur chez le Pigeon. Dans le Triton, le *Karyophagus salamandræ* de Steinhaus et le *Coccidium sphæricum*, de Schneider, représentent pour l'auteur deux stades différents du développement d'un même parasite, comparable à ce qu'il a décrit pour le *Coccidium oviforme*. Ces observations qui ont pour résultat de fusionner, au moins en partie, les genres *Coccidium* et *Eimeria* sont, en outre, très intéressantes par la complexité qu'elles nous révèlent dans le cycle évolutif de ces parasites.

M. Pfeiffer réunit sous le nom d'*Infections sporidiennes* les faits relatifs aux Sarcosporidies, aux Myxosporidies et aux Microsporidies.

Il rappelle les observations de Danileusky sur les parasites des muscles du *Lacerta* et de l'*Emys*, celles d'Hennegny, de Thélohan, de Pekelharing, etc.

A propos des Myxosporidies du Barbeau il a constaté un fait très intéressant: l'invasion des fibres musculaires par le parasite, obser-

vation importante, puisque c'est le premier cas que l'on ait signalé d'infection des m[illegible]r ces Sporozoaires.

Quant aux idées de l'auteur sur la toxicité des Sarcosporidies, le fait nous semble tellement peu en rapport avec ce que l'on a jusqu'ici observé, que nous pensons qu'il y aurait lieu de faire à ce sujet de nouvelles recherches. Il en est de même pour l'infection signalée par l'auteur des globules sanguins et des cellules épithéliales du Brochet par les Myxosporidies.

Après un chapitre consacré aux Microsporidies, nous arrivons aux lésions déterminées chez les végétaux par les *Chytridium* et les *Plasmodiophora*. Puis vient l'histoire des Amibes parasites (*Amœba battarum*, *Amœba imax*, *Amœba pigmentifera*, etc.).

Enfin l'auteur décrit une maladie des Oiseaux, présentant de grands rapports avec l'*epithelioma contagiosum* de ces mêmes animaux. Il la désigne sous le nom de diphtérie à flagellés (*flagellaten diphterie*). Elle est, d'après M. Pfeiffer, causée par un Flagellé appartenant au genre *Trichomonas* que l'on trouve en abondance dans les animaux atteints de cette maladie.

La seconde partie de l'ouvrage est, comme nous l'avons dit, consacrée à l'existence d'*Infections cellulaires et nucléaires dans certaines maladies non bactériennes de l'homme*. L'auteur étudie d'abord le parasite des fièvres intermittentes (Laveran, Golgi, Celli, Sanfelice).

Dans les maladies exanthématiques, il a observé dans le liquide des pustules des corps particuliers qu'il considère comme des parasites voisins des Myxosporidies et des Microsporidies. Il a rencontré ces productions dans l'herpès Zoster, la variole, la vaccine, la varicelle, la rougeole, la scarlatine.

Il rappelle ensuite les observations de Darier (Psorospermose folliculaire végétante), de Wickham (maladie de Paget), qui attribuent à des Coccidies les lésions observées dans ces affections.

Dans les carcinomes on a également signalé la présence de corps intracellulaires qui rappellent les Protozoaires et surtout certains Sporozoaires. L'auteur compare leurs caractères à ceux de ces derniers.

Les limites de cette analyse ne nous permettent pas de nous étendre davantage. La plupart de ces faits relatifs à la Pathologie humaine sont actuellement très discutés. La théorie coccidienne du cancer, par exemple, après avoir joui d'une grande faveur, est maintenant l'objet de sérieuses attaques et semble sur le point de succomber.

Nous ne pouvons que répéter ce que nous avons dit déjà : malgré le reproche qu'on peut lui adresser, de se montrer sur quelques points trop pressé de conclure et de se laisser parfois entraîner par son enthousiasme pour la thèse qu'il soutient, M. Pfeiffer, en nous montrant un tableau d'ensemble des lésions déterminées par les

Protozoaires, a le grand mérite d'attirer l'attention sur une partie de la science jusqu'ici très négligée, et qui pourtant semble, si l'on s'attache à son étude, devoir permettre d'arriver à d'importants résultats. T.

Dr Bernhardt Rosenberg. — **Ein befund von Psorospermien** (Sarcosporidien) **im Herzmuskel des Menschen. Un cas de Sarcosporidies dans le muscle cardiaque de l'homme** (*Zeitschrift für Hygiene*, Bd. XI, 3 Heft., février 1892 (pp. 435-441).

A l'autopsie d'une femme d'environ 40 ans, morte à la suite de pleurésie gauche et d'endocardite végétante, l'attention de l'auteur fut attirée, en faisant l'examen du cœur, par une hyperplasie considérable de l'endocarde sur un des muscles papillaires du ventricule gauche. Sur une section de ce muscle, il eut la surprise de constater, siégeant à peu près au centre du muscle, un kyste d'environ 5 millimètres de long sur 2 de large, et ressemblant au premier abord à un cysticerque.

L'examen microscopique a donné les résultats suivants. Ce kyste présentait une enveloppe avec des stries que l'auteur regarde comme de fins canalicules. Le contenu était formé de corpuscules présentant les formes les plus variables : on distinguait de petits amas de plasma remplis de granulations, qui empêchaient souvent de reconnaître l'existence d'un noyau ; à côté de ces corps, on en trouvait d'autres hyalins, tantôt pourvus, tantôt dépourvus de noyau. Il y avait de plus des corps en croissant, semblables à des corps falciformes, etc.

L'auteur propose pour ce parasite le nom de *Sarcocystis hominis*.

Cette détermination nous paraît au moins prématurée. Evidemment la forme si variée des corps que renfermait ce kyste constitue un fait intéressant et remarquable. Toutefois, parmi les faits observés par l'auteur, dont l'étude s'est d'ailleurs bornée à l'examen de préparations par dissociation, aucun, croyons-nous, n'est assez probant pour permettre d'affirmer la nature de la production qu'il a observée et établir nettement qu'il s'agissait de Sarcosporidies.

M. Rosenberg semble, dans ce cas, avoir obéi à une tendance très répandue, actuellement, parmi les anatomo-pathologistes, et qui consiste à attribuer à des Sporozoaires tous les éléments énigmatiques ou anormaux qu'ils rencontrent dans les tissus. T.

Dr Justyn Karlinski. — **Recherches sur le mode de se comporter du bacille typhique dans le sol** (*Archiv für Hygiene*, XIII, p. 302).

Nos lecteurs se rappellent sans doute les intéressants travaux de M. Karlinski sur la vitalité du bacille typhique dans différentes

eaux, dans les déjections typhiques (II, p. 81, 173; III, 439) Dans le présent mémoire, il étudie sa manière de se comporter dans le sol, question abordée déjà par MM. Fränkel, Grancher et Deschamps, et il arrive aux conclusions suivantes :

1° Dans ces expériences, le bacille typhique resta vivant dans le sol au plus pendant 3 mois;

2° La durée de la vie des bacilles typhiques enfouis dans le sol avec des déjections, et abandonnés là dans des conditions normales, est notablement moindre que celle des bacilles puisés dans le sang et enfouis dans le sol à l'état de cultures pures, ce qui tient probablement à la concurrence que leur font les bactéries des fèces;

3° Dans les couches profondes du sol, les bacilles typhiques peuvent résister aux changements de température et d'humidité ainsi qu'à l'action des microorganismes du sol;

4° A la surface du sol, exposés à l'humidité et au soleil, ils périssent rapidement.

5° Des alternatives fréquentes dans l'humidité du sol, quand celle-ci atteint en même temps un degré considérable, diminuent notablement la durée de la vie des bacilles typhiques, soit que l'humidité pénètre le sol contaminé d'en haut, soit qu'elle l'atteigne par en bas;

6° Dans les parties du sol où pénètrent les racines des plantes la durée de leur vie est très courte;

7° Pendant la putréfaction des organes de cadavres typhiques, on constate une élévation notable de la température;

8° Dans les organes de cadavres typhiques enfermés dans le sol, les bacilles typhiques peuvent, quand la putréfaction est retardée et que l'accès des microorganismes spécifiques de la putréfaction rencontre des obstacles, être retrouvés vivants encore après 3 mois.

E. F.

Prof. Max Wolff et Dr James Israel. — **Sur la culture pure de l'actinomycose et sa transmissibilité aux animaux** (*Virchow's Archiv*, 126, p. 11).

Jusqu'ici les différents expérimentateurs qui ont cherché à cultiver le microorganisme de l'actinomycose n'ont pas obtenu des résultats absolument concordants en ce qui concerne l'apparence et l'évolution des cultures; en outre, la plupart n'ont pas réussi à reproduire au moyen de ces cultures, la maladie chez les animaux, ou, s'ils ont cru l'avoir fait, les résultats n'en sont pas moins restés contestables. C'est une lacune que les auteurs ont cherché à remplir, et il semble qu'ils y aient réussi. Le point de départ de leurs essais de culture furent deux cas d'actinomycose humaine. Dans les deux,

ils réussirent à cultiver à l'état de pureté le microorganisme de cette maladie, en ensemençant, sur de l'agar tenu à 37° et à l'abri de l'air, les grumeaux bien connus que l'on trouve dans les tumeurs spécifiques. Ils réussirent également à le cultiver dans des œufs frais ou cuits 3 à 4 minutes, d'après la méthode de Hueppe. Lorsqu'on triture convenablement ces grumeaux sur la surface de l'agar, il se forme de petites granulations d'abord hyalines, puis opaques, dans l'intérieur et autour des masses triturées. Elles peuvent atteindre la grosseur d'une lentille. Quand la matière ensemencée n'est pas bien étalée, les grumeaux inoculés s'agrandissent en formant une aréole blanche. Dans les cultures par piqûre, celle-ci prend un aspect trouble, et l'on y voit une quantité de petites granulations. Lorsqu'on porte un peu de cette première culture sur de l'agar frais en l'étalant sur la surface, on constate après 3 jours, quelquefois après 4-5 jours seulement, l'apparition de nombreuses petites granulations ressemblant à des gouttelettes de rosée grandes au plus comme une tête d'épingle; suivant que la matière inoculée a été plus ou moins bien étalée, les granulations restent isolées, ou recouvrent la surface de l'agar d'une façon continue. Généralement, ces granulations restent distinctes à la loupe, même quand elles sont très rapprochées, quelquefois cependant elles confluent de manière à produire un enduit blanchâtre dans lequel on ne distingue de granulations qu'aux bords. Parfois aussi il se forme de gros grumeaux blancs, dont le centre est proéminent et a la forme d'une pyramide tronquée et dont les bords présentent des sinuosités arrondies. Ces grosses granulations ont la particularité d'envoyer des ramifications dans l'intérieur de l'agar. Ce microorganisme est surtout anaérobie, cependant sa sensibilité à l'oxygène n'est pas telle qu'il exige l'absence totale de ce gaz. Ainsi, inoculé par piqûre dans de l'agar, sans qu'on empêche l'accès de l'air, il se développe aussi, mais surtout dans les parties profondes de la piqûre. Il croît bien également dans du bouillon alcalin, dans lequel il forme après 3-5 jours de petites granulations blanches et de petites écailles qui y nagent en tombant au fond du vase sans troubler le liquide de culture. Il ne croît, par contre, pas dans la gélatine tenue à 16°-20°.

L'aspect microscopique de ce microorganisme dans les cultures est très variable. On y trouve des bâtonnets plus ou moins longs, ainsi que des filaments, tantôt simples, tantôt bifurqués, droits ou ondulés; on y voit également des individus en spirale et des éléments en forme de coccus; les filaments enchevêtrés, tels qu'ils se voient dans l'actinomycose humaine, se rencontrent surtout dans les cultures faites dans des œufs. A la périphérie on remarque souvent des filaments avec un renflement à leur bout.

Les formes en coccus sont quelquefois isolées, mais généralement on les voit à l'intérieur des bâtonnets et des filaments; ce sont de

petits corps ronds qui se colorent d'une façon intense d'après le procédé de Gram. Le rôle de ces corps sphériques est encore assez obscur. M. Boström, qui les a aussi rencontrés dans ses cultures, pense que ce sont des spores, hypothèse que n'admettent pas MM. Wolff et Israël en raison de la facilité avec laquelle on les colore. L'étude qu'ils en ont faite ne leur permet pas non plus de les considérer comme des produits de dégénérescence, ni comme de véritables coccus, car jamais ils ne les ont vus se diviser ; leur forme est aussi moins ronde et moins régulière que celle des coccus. Pour le moment ils s'abstiennent donc de préciser leur nature. Dans les cultures on ne trouve, au contraire, jamais les massues si typiques que l'on voit, chez le malade, à la périphérie des grumeaux d'actinomycose. Cependant l'injection de culture ne contenant pas de massues, produit chez les animaux des tumeurs dans lesquelles on retrouve les massues typiques.

Leurs expériences ont porté sur 23 animaux dont l'un fut inoculé, à titre de contrôle seulement, avec des morceaux d'agar. Parmi les animaux inoculés avec des cultures pures se trouvaient 18 lapins, 3 cobayes et 1 mouton. Les cultures étaient généralement inoculées dans la cavité péritonéale. Chez tous, sauf chez le mouton, il se développa une néoformation de tumeurs. Chez 4 animaux en vie, environ 7 à 9 mois après l'infection, ces tumeurs étaient reconnaissables au palper ; chez 17 lapins et un cobaye, sacrifiés 4 à 7 semaines après avoir été inoculés, l'autopsie révéla la présence de tumeurs, 15 fois dans la cavité péritonéale, seulement une fois dans la cavité péritonéale et sur la paroi musculaire abdominale, et une fois dans la rate. Les tumeurs intrapéritonéales, de la grosseur d'une lentille jusqu'à celle d'une prune, recouvraient les parois abdominales, l'intestin, le mésentère ou le foie. Leur examen histologique permit de constater, sans exception, les grumeaux typiques de l'actinomycose. En les cultivant, il fut possible d'obtenir, de nouveau, à l'état de pureté, le microorganisme inoculé (1).

D'après les recherches des auteurs, le microorganisme de l'actinomycose devrait être placé parmi les bactéries, et non parmi les mucédinées, comme on l'a cru pendant quelque temps. Cependant cette bactérie jouirait d'un pléomorphisme nettement accusé. Le travail de MM. Wolff et Israël est accompagné de 8 planches, dont 7 en phototypie, montrant l'aspect des cultures et du microbe sur différents milieux, ainsi que des préparations faites avec les tumeurs produites chez les animaux d'expérience.

E. F.

---

(1) Chez l'animal inoculé avec de l'agar seulement rien de pareil ne se produisit.

D[r] F. Fischel. — **Sur un microorganisme pathogène pour les animaux à sang chaud trouvé dans le foie des crapauds** (*Fortschritte der Medicin*, IX, p. 340).

Nombre d'expérimentateurs qui se sont servis des grenouilles dans leurs expériences ont constaté qu'elles étaient souvent envahies par de nombreux microbes. Ainsi M. Sanarelli a décrit, dans un travail dont nous avons déjà rendu compte (ces *Annales*, III, p. 383), un microorganisme spécial, fréquent dans l'eau, et pathogène pour cet animal. M. Fischel, qui s'est servi de crapauds dans une série d'expériences sur le charbon, a également remarqué que le foie, surtout, de ces animaux contenait souvent des bactéries étrangères. Il fit alors quelques expériences spéciales à ce sujet. Cinq crapauds paraissant en parfait état de santé furent tués par le chloroforme, et leurs foies triturés ensemencés dans des plaques de gélatine. Dans deux cas, les plaques restèrent stériles ; dans les trois autres elles donnèrent, en cultures pures, le microorganisme que nous allons décrire.

A. *Morphologie. — Plaques sur gélatine.* — Après 36 heures on voit sur les plaques de troisième dilution environ une vingtaine de colonies de la grosseur d'une tête d'épingle, situées dans la profondeur de la gélatine, et paraissant grises à l'œil nu. Vingt-quatre heures plus tard, elles sont blanchâtres et ont un peu augmenté de volume. Au microscope elles se présentent sous la forme de disques qui, selon leur grandeur, sont grisâtres ou blanc-jaunâtres, à contours nets et dont la surface est granuleuse.

Dans le bouillon à 37°, on constate du trouble déjà après 24 heures, avec formation d'un léger dépôt grisâtre. Après 40 heures le dépôt est devenu plus considérable, de même que le trouble, mais, au bout de 3 jours, le bouillon redevient limpide.

Dans la *goutte pendante* on voit de petits bâtonnets en chaînettes longs de 1/2-1 μ et larges de 1/4-1/2 μ. Ils sont très mobiles et se colorent bien à la fuchsine avec l'acide carbolique, ainsi que d'après la méthode de Gram.

La *gélatine* n'est pas liquéfiée. Dans la piqûre, ce microorganisme croît très facilement ; il ne s'étend pas non plus à la surface.

Sur *agar*, il produit en 24 heures un voile léger, grisâtre, composé de colonies isolées ayant la forme de gouttelettes de rosée. Après 48 heures, ce gazon est plus compact et devient gris jaune.

Sur *sérum de sang* tenu à 37°, il ne produit qu'un voile léger qui ne s'accroît que très peu dans la suite.

Sur *tranches de pommes de terre*, tenues à la température de la chambre, on constate une coloration grisâtre de la pomme de terre au point d'inoculation, qui devient jaunâtre après 4 jours. A ce moment, le gazon a environ 3 millimètres de diamètre ; la

culture est visqueuse. A 37°, ce gazon est formé déjà après 48 heures.

B. *Expériences sur les animaux.* — Les souris inoculées par la voie sous-cutanée avec une culture de bouillon de 3 jours meurent en 36-48 heures. Celles qui sont inoculées par la voie intra-péritonéale périssent déjà au bout de 18-24 heures. Le sang de ces souris inoculé à des souris fraîches fait périr celles-ci en 36 heures. Les cultures de 6 jours, par contre, rendent les animaux quelquefois malades, mais ne les font plus périr. A ce moment les cultures ne contiennent plus de chaînettes, mais les bâtonnets sont agglutinés, en forme de disques qui paraissent parfois entourés d'une capsule.

Après inoculation sous la peau de l'oreille de lapins, on constata chez quatre de ces animaux, après 24 heures, un œdème pâteux avec rougeur de la grandeur d'un écu, qui disparurent en 4-6 jours. Deux autres lapins, par contre, moururent le sixième jour dans des convulsions. Deux lapins inoculés par la voie intra-péritonéale moururent en 48 heures. Le péritoine était, comme chez les souris inoculées de la même manière, trouble, et la cavité péritonéale contenait une petite quantité de liquide louche. Le feuillet viscéral, surtout dans la partie de l'intestin grêle, était injecté et de couleur rose rouge.

Le sang et le contenu péritonéal des animaux inoculés donnent, ensemencés dans de la gélatine, des colonies, mais en petit nombre, du microorganisme inoculé.

Ce microbe paraît s'atténuer rapidement dans les cultures dans les milieux artificiels.

L'auteur ne l'a pas trouvé dans l'eau dans laquelle étaient tenus les crapauds servant à ses expériences.

F. Welz. — **Examen bactériologique de l'air de Fribourg en Brisgau** (*Zeitschrift für Hygiene u. Infectionskrankheiten*, XI, p. 121).

L'auteur commence par donner un aperçu historique des travaux sur la matière, mais les critiques qu'il adresse aux travaux de ses prédécesseurs ne nous semblent pas toujours heureuses. Dire en deux lignes, par exemple, que la méthode d'analyse de l'air par ensemencements fractionnés dans du bouillon est peu recommandable et que l'emploi des milieux solides est préférable, sans citer d'expériences à l'appui de cette assertion, nous semble une conclusion hâtive dénotant une connaissance peu approfondie du sujet. Nous trouvons d'ailleurs la preuve que M. Welz a étudié la question d'une manière un peu superficielle dans sa façon de citer et de comprendre les travaux des autres. Ainsi, parlant (p. 127) des filtres solubles préconisés par le Dr Miquel dans un travail qu'il

cite (ces *Annales*, I, p. 153), il lui fait le reproche de taire la composition de ses filtres. Or, un paragraphe spécial du travail du Dr Miquel (p. 160. *l. c*) parle tout au long du choix de la substance soluble, et donne la préférence au sulfate de soude. Quand on lit si légèrement les travaux des autres, on ne se permet pas de les critiquer.

L'auteur s'est arrêté à un procédé qu'il croit lui être personnel : il consiste à faire barboter de l'air dans un liquide stérile, et à répartir ce dernier dans des plaques de gélatine. Il pourrait ajouter que ce procédé est depuis fort longtemps employé à Montsouris par le Dr Miquel sous le nom de *méthode mixte*, avec cette différence, toute à l'avantage de la méthode du Dr Miquel, que celui-ci fractionne et dilue l'eau contaminée par les germes de l'air, de manière à n'obtenir que peu de colonies par plaque, ce qui permet de les tenir plus longtemps en observation, tandis que M. Welz ensemence 1 centimètre cube d'une eau de lavage contenant les poussières de 10 litres d'air, ce qui donne manifestement, quand il s'agit de l'air d'une chambre riche en germes, un nombre beaucoup trop grand de colonies par plaque pour que l'on puisse attacher quelque valeur à la numération des germes que l'on en déduit.

En ce qui concerne les résultats obtenus par M. Welz, ils confirment, pour la plupart, des faits déjà connus : l'augmentation du chiffre des bactéries à l'approche de la saison chaude, leur rareté relative dans des endroits élevés, etc. Un fait intéressant est la présence, souvent constatée, du staphylocoque pyogène doré dans une salle d'hôpital mal ventillée. A la fin de l'été et en automne, M. Welz constata régulièrement une forte augmentation au nombre des levures et des moisissures. Par les temps de brouillard, on voit des espèces liquéfiantes, telles que le *Bacillus subtilis*, le *Proteus vulgaris*, apparaître soudain en grand nombre.

E. F.

E. Wertheim. — **Contribution à l'étude de la blennorrhagie** (*Prager med. Wochenschrift*, 1891, nos 23 et 24.

L'auteur résume ses études sur la culture du gonocoque et cherche à résoudre expérimentalement la question de savoir si ce microorganisme peut provoquer une péritonite chez les animaux d'expérience comme les microorganismes pyogènes.

Voici les conclusions touchant la culture du gonocoque :

1° Le gonococcus peut facilement être isolé et cultivé par la méthode des plaques, à condition de se servir de sérum de sang humain comme milieu de culture. Pour lui donner la propriété de se solidifier, il faut, d'après M. Hueppe, lui adjoindre de la

gélose stérilisée. En 3 jours on obtient ainsi des cultures pures du gonococcus.

2° Les cultures ainsi obtenues provoquent, inoculées dans l'urèthre de l'homme, une blennorrhagie typique, ainsi qu'il résulte de cinq expériences;

3° La possibilité d'employer les cultures sur plaques prouve : *a*) que le gonocoque se développe aussi dans la profondeur du terrain de culture; *b*) qu'il n'est pas nécessaire d'ensemencer la matière à inoculer en quantité épaisse sur le milieu de culture vu, que chaque germe donne naissance à une colonie. Les cultures par piqûre et par stries réussissent également bien;

4° Le sérum de sang humain est de beaucoup le meilleur terrain pour le gonocoque, cependant on obtient aussi de maigres cultures sur le sérum de sang d'animaux et sur gélose, même quand on ensemence directement le pus blennorrhagique;

5° Les cultures bien développées sur sérum de sang humain peuvent être transplantées sur du sérum frais encore après 4 ou 5 semaines, à condition d'avoir été protégées contre la dessiccation.

6° La virulence ne se perd pas non plus rapidement dans les milieux de culture artificiels. Une culture de 4 semaines sur sérum humain se montra encore très virulente;

7° A l'abri de l'oxygène, le gonocoque se développe mieux qu'exposé à son action.

En ce qui concerne la production de péritonites, l'auteur fit des expériences comparatives avec le gonocoque, d'une part, et le staphylocoque pyogène doré et le streptocoque pyogène, d'autre part. Dans ces expériences, ces derniers provoquèrent presque constamment une péritonite quand ils étaient introduits dans le péritoine avec un milieu de culture solide, de la gélose par exemple. Il put, par contre, inoculer d'assez fortes quantités de cultures sur bouillon, sans dommage pour les animaux. Le gonocoque se montra également pourvu du pouvoir de produire une péritonite, mais tous les animaux ne montrent pas la même réceptivité. Les souris blanches résistent le moins, puis viennent les cobayes et ensuite les lapins et les rats. Les chiens sont à peu près réfractaires. L'examen histologique des parois de l'abdomen montre que le gonocoque pénètre dans l'épithélium et dans le tissu conjonctif, et qu'il se répand comme les autres microbes pyogènes par les lymphatiques.

Ajoutons encore que le streptocoque pyogène ne se développe plus sur un terrain de culture épuisé par le gonocoque; le staphylocoque pyogène doré s'y reproduit moins abondamment que sur du sérum humain frais.

E. F.

Rodet et Roux. — Des rapports du bacille *coli communis* avec le bacille d'Eberth et la fièvre typhoïde (*Journal des connaissances médicales*, 1890).

Chantemesse et Widal. — Différenciation du bacille typhique, et du *Bacterium coli commune* (Séance de l'Académie de médecine du 13 octobre 1891).

Se fondant sur deux ordres de fait, d'une part, l'examen comparatif du sang recueilli dans la rate et les fèces d'individus typhiques, et, d'autre part, l'étude approfondie des caractères de culture du bacille *coli communis* et du bacille typhique, les auteurs cherchent à démontrer l'existence d'un rapport direct entre ces deux microorganismes. Ils recueillirent simultanément, au moyen d'une ponction, le sang de la rate de deux malades et, en même temps, leurs matières fécales ; le sang donna le bacille d'Eberth, le bouillon inoculé avec les matières fécales et tenu à 44°,5 fournit des cultures pures du bacille *coli communis*. Les plaques de gélatine également, faites avec les matières fécales, ne donnèrent pas le bacille typhique, mais seulement le *coli communis* en grande abondance et presque à l'état de cultures pures. Si l'on considère que de nombreuses analyses de matières fécales typhiques ont donné des résultats analogues, tandis que dans la rate on trouve souvent le bacille d'Eberth en culture pure, on ne pourrait nier qu'il y ait là un argument en faveur de l'hypothèse d'après laquelle les bacilles typhiques ne seraient qu'une modification du bacille *coli communis*. Mais les auteurs cherchent aussi à démontrer que les différences observées dans les caractères de leurs cultures ne sont pas suffisantes pour créer deux espèces distinctes. Ainsi, sur gélatine, les caractères des cultures du bacille typhique ne sont pas constants, ils assument fréquemment ceux des cultures du bacille *coli communis*. Dans le bouillon, ce dernier croît plus vigoureusement et produit une légère pellicule ; mais le bacille d'Eberth forme aussi parfois cette pellicule, et, tenu à une température plus élevée (44°), le bacille *coli communis* devient en tout point semblable au bacille typhique, quand on prend soin de chauffer avant l'ensemencement le bouillon à 44°. Le bacille *coli communis* supporte, par contre, une température plus élevée que le bacille d'Eberth (46°,5 au lieu de 45°). Sur pomme de terre le premier donne des cultures jaunâtres, il est vrai, mais les cultures typhiques deviennent aussi parfois jaunâtres en vieillissant. De même, on voit le bacille *coli communis* après, avoir fourni des cultures typiques sur pomme de terre, donner dans la suite des cultures minces, incolores, à peine visibles.

Les caractères microscopiques de ces deux microorganismes sont différents : le bacille *coli communis* est court, de longueur égale homogène, moins mobile et se colore plus facilement ; le bacille

d'Eberth est de longueur inégale et plus mince. Cependant on voit le bacille *coli communis* se rapprocher des formes du bacille d'Eberth sous l'action de causes affaiblissant sa vitalité, ainsi la vieillesse des cultures, la chaleur, les antiseptiques. L'inverse, au contraire, n'a pas lieu. Ceci, d'après les auteurs, semblerait faire croire que le bacille typhique n'est qu'une variété dégénérée du bacille *coli communis*. Sa moindre résistance aux antiseptiques parlerait aussi en faveur de cette opinion.

Les auteurs n'en concluent pas, il est vrai, que le bacille *coli communis* produise la fièvre typhoïde, mais qu'il peut acquérir des propriétes typhogènes. Cependant, comme ce microorganisme si souvent présent dans l'intestin est généralement bien toléré, et que les eaux qui le contiennent semblent être inoffensives, il y aurait lieu d'admettre que, dans la plupart des cas du moins, ce pouvoir typhogène serait acquis en dehors de l'organisme.

Dans une communication faite à l'Académie de médecine le 13 octobre 1871 et qui fera plus tard l'objet d'un mémoire spécial, MM. Chantemesse et Widal font, au contraire, valoir de sérieux arguments contre cette manière de voir. D'abord on ne trouve le *Bacterium coli commune* souvent à l'état de pureté non pas seulement chez les typhiques, mais chez presque tous les fébricitants, comme l'a montré M. Bard, de Lyon. L'hypothèse que le *Bacterium coli* se transformerait par simple passage à travers l'organisme humain est contraire à toutes les observations. Dans les organes d'un typhique, le bacille d'Eberth-Gaffky se conserve avec tous ses caractères typiques, alors même qu'après la convalescence il reste perdu dans le pus d'un abcès circonscrit pendant 15 mois. Le *Bacillus coli*, lorsqu'il devient pathogène pour l'homme, lorsqu'il détermine la péritonite, la suppuration, des accidents cholériformes ou des infections généralisées, se retrouve toujours dans les tissus avec les caractères à lui particuliers, et jamais avec ceux du bacille d'Eberth. Lorsqu'il infecte l'organisme humain, le *Bacterium coli* occasionne des symptômes et des lésions totalement différents de ceux de la fièvre typhoïde. Les auteurs contestent encore que le chauffage puisse modifier la nature du *Bacterium coli*. Enfin les auteurs annoncent que le *Bacterium coli*, quelle que soit son origine, qu'il ait été pris dans une vieille culture de laboratoire, puisé dans l'intestin de l'homme sain, ou extrait des organes d'un homme ayant succombé à l'infection colienne, qu'il donne des cultures vigoureuses, ou qu'il ait été affaibli par une série de chauffages à 59°, qu'il croisse au contact de l'air ou dans le vide, *fait toujours fermenter les sucres*. Le bacille typhique, au contraire, quelle que soit sa source, *ne fait pas fermenter les sucres;* ce critérium permettrait ainsi de facilement différencier ces deux microbes, et MM. Chantemesse et Widal pensent qu'en présence de ces différences fondamentales il devient impossible de soutenir la thèse de l'identité du bacille

typhique et du *Bacterium coli*. Ajoutons cependant que, d'après M. Dubief, le bacille typhique fait aussi fermenter la glucose, quoique moins énergiquement que le *Bacterium coli*. On ne saurait donc, sur ce caractère unique, établir une distinction trop absolue entre les deux bacilles.

La question est importante pour l'hygiéniste, c'est pourquoi nous avons cru devoir mettre en regard les arguments avancés en faveur de l'une et de l'autre opinion. E. F.

Prof. Marschall Ward. — **Le ferment de la bière de gingembre** (Analysé dans le *English Mechanic and World of Science*, n° 1407, p. 59).

Pour fabriquer la bière de gingembre on se sert d'un ferment composé d'une masse gélatineuse, mi-transparente, jaunâtre qui se dépose au fond des cuves à fermentation et connu sous le nom de « ginzer-beer plant ». Ce ferment ressemble aux grains de képhir. En l'examinant bactériologiquement l'auteur constate qu'il est essentiellement composé d'une levure spéciale qu'il propose d'appeler *Saccharomyces pyriformis* et d'un bactérium encore inconnu auquel il donne le nom de *Bacterium vermiforme*. On y trouve en outre, toujours le *Mycoderma cerevisiæ*, le *Bacterium aceti* et souvent aussi d'autres microorganismes dont M. Ward donne la liste. Mais l'action fermentative serait due à la symbiose des deux premiers ; quand ils agissent isolément, leur action est différente. En mêlant leurs cultures pures on reproduit la gelée primitive.

Le *Sacch. pyriformis* est une levure anaérobie formant des spores et produisant de grandes quantités d'acide carbonique, mais pas d'alcool. Elle peut aussi vivre d'une façon aërobie, et forme alors un voile, dans lequel les cellules rondes d'habitude, prennent un aspect pyriforme. Elle invertit le sucre de canne et en fait fermenter le produit, mais elle ne fait pas fermenter le sucre de lait. Dans la gélatine, les colonies sont blanches et rondes.

Le *Bacterium vermiforme* est formé de bâtonnets et de filaments à gaine gélatineuse et ressemblant absolument à des vers, d'où le nom proposé par M. Ward. Les filaments se brisent en morceaux et les bâtonnets sortent de la gaine. Ils se divisent comme les bactéries et se résolvent aussi en coccus. Ce microorganisme est anaërobie. Il ne croît pas sur la gélatine et ne peut être isolé que par la méthode des dilutions dans des milieux sucrés. Il ne paraît pas former de spores. E. F.



OBSERVATOIRE MUNICIPAL DE MONTSOURIS

BULLETIN MENSUEL D'ANALYSE MICROGRAPHIQUE

Analyse de l'air de Paris (Hôtel de ville), *Janvier* 1892

DESIGNATION des SEMAINES	MICROPHYTES par m. c.		DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES				MALADIES	
	BACTÉRIES	MOISISSURES	TEMPÉRAT. moyenne	PLUIE — Hauteur en millimèt.	VENT Direction moyenne	VENT Vitesse moyenne	ZYMOTIQUES [1]	SAISONNIÈRES [2]
N° 1 du 3 Janv. au 9 Janv. 1892 . .	1.670	1.660	2°,6	5mm,2	SW	16km,4	145	344
N° 2 » 10 » » 16 » . . .	13.150	650	— 1 ,9	0 ,0	E	12 ,5	152	424
N° 3 » 17 » » 23 » . . .	3.670	1.700	2 ,1	1 ,4	S	9 ,2	158	421
N° 4 » 24 » » 30 » . . .	1.000	1.500	6 ,5	7 ,6	W	15 ,1	176	380
» » » » » » »	»	»	»	»	»	»	»	»
MOYENNES ET TOTAUX	4.870	1.375	2°,3	14mm,2	Var.	13km,3	631	1.569
ANNÉE MOYENNE	»	»	»	»	»	»	»	»

OBSERVATIONS. — [1] Sous la rubrique *maladies zymotiques* sont comprises: les fièvres éruptives, la fièvre typhoïde et l'atrepsie (choléra infantile). — [2] Au nombre des *maladies saisonnières* ne sont comptées que les affections aiguës des poumons (Bronchite aiguë, Broncho-pneumonie et pneumonie).

Analyse de l'air des égouts (*Moyenne générale*)

Janvier 1892. Bactéries = 3.500 Moisissures = 1.750 Température = 8°,3

Analyse de l'air au Parc de Montsouris

Janvier 1892. Bactéries = 201 Moisissures = 95 Température = 2°,3

Analyses des eaux de Paris et d'autres provenances, *Janvier* 1892

DÉSIGNATION DES EAUX	MOYENNES MENSUELLES DES BACTÉRIES PAR C.M.C.		TEMPÉRAT.	OBSERVATIONS
	Janvier 1892	Année moyenne		
1° Eaux de Source				
Eau de la Vanne à Montrouge.	1.992	1.240	»	Canalis. = 7.150 bactéries
» de la Dhuis à Ménilmontant.	19.835	2.900	»	Canalis. = 8.200 »
» de Monceaux (Précy-sur-Oise)	456	»	»	»
2° Eaux de Rivières				
Eau de la Marne à Saint-Maur.	81.000	58.550	2°,7	»
» de la Seine à Ivry	42.000	56.185	3°,3	»
» de la Seine au pont d'Austerlitz . . .	66.000	73.500	»	Hauteur = 2m.20
» de la Seine au pont de l'Alma	115.000	177.625	»	»
» d'autres provenances	»	»	»	»
3° Eaux de Canal				
Eau de l'Ourcq à la Villette	96.000	76.545	»	»
» d'autres provenances.	»	»	»	»
4° Eaux de Puits				
Puits Princesse à Paris	5.000	»	»	»
» Ané à Alfortville.	120.000	»	»	»
5° Eaux de Drainage				
Drain de Saint-Maur	»	2.375	»	»
» d'Asnières.	13.000	1.115	»	»
6° Eaux d'égout				
Eaux des collecteurs de Paris	4.500.000	16.270.000	»	»
7° Eaux de vidanges				
Eau du dépotoir de l'Est	27.000.000	29.645.000	»	»
» » traitée à Bondy.	»	»	»	»

OBSERVATOIRE MUNICIPAL DE MONTSOURIS

BULLETIN MENSUEL D'ANALYSE MICROGRAPHIQUE

Analyse de l'air de Paris (Hôtel de ville), *Février* 1892

DÉSIGNATION des SEMAINES	MICROPHYTES par m. c.		DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES				MALADIES	
	BACTÉRIES	MOISISSURES	TEMPÉRAT. moyenne	PLUIE — Hauteur en millimètr.	VENT Direction moyenne	VENT Vitesse moyenne	ZYMOTIQUES [1]	SAISONNIÈRES [2]
N° 5 du 1er Fév. au 7 Fév. 1892.	6.000	1.170	6°,2	5mm,7	SW	18km,1	142	319
N° 6 » 8 » » 14 » » .	2.180	660	5 ,7	9 ,2	NW	15 ,5	131	240
N° 7 » 15 » » 21 » » .	2.340	350	— 1 ,1	28 ,2	Var.	18 ,7	123	191
N° 8 » 22 » » 28 » » .	3.150	830	7 ,4	15 ,9	NE	9 ,3	115	176
» » » » » .	»	»	»	»	»	»	»	»
MOYENNES ET TOTAUX	3.420	750	4°,5	59mm,0	Var.	15km,4	511	926
ANNÉE MOYENNE	»	»	»	»	»	»	»	»

OBSERVATIONS. — [1] Sous la rubrique *maladies zymotiques* sont comprises : les fievres éruptives, la fièvre typhoïde et l'atrepsie (choléra infantile). — [2] Au nombre des *maladies saisonnières* ne sont comptées que les affections aiguës des poumons (Bronchite aiguë, Broncho-pneumonie et pneumonie.

Analyse de l'air des égouts (*Moyenne générale*)

Février 1892. Bactéries = 1.000 Moisissures = 1.500 Température = 9°,5

Analyse de l'air au Parc de Montsouris

Février 1892. Bactéries = 123 Moisissures = 90 Température = 4°,5

Analyses des eaux de Paris et d'autres provenances, *Février* 1892

DÉSIGNATION DES EAUX	MOYENNES MENSUELLES DES BACTÉRIES PAR C.M.C.		TEMPÉRAT.	OBSERVATIONS
	Février 1892	Année moyenne		
1° Eaux de Source				
Eau de la Vanne à Montrouge	3.475	1.240	»	Canalis. = 2.000 bactér.
» de la Dhuis à Ménilmontant	6.300	2.900	»	Canalis. = 2.500 »
» » »	»	»	»	»
2° Eaux de Rivières				
Eau de la Marne à Saint-Maur	135.000	58.550	4°,7	»
» de la Seine à Ivry	24.009	56.185	5°,0	»
» de la Seine au pont d'Austerlitz	114.000	73.500	»	Hauteur = 3^{m},05
» de la Seine au pont de l'Alma	110.000	177.620	»	»
» d'autres provenances	»	»	»	»
3° Eaux de Canal				
Eau de l'Ourcq à la Villette	111.000	76.545	»	»
» d'autres provenances	»	»	»	»
4° Eaux de Puits				
Puits Guénegaud à Paris	13.000	»	»	»
» Espierre à Bezons	31.000	»	»	»
5° Eaux de Drainage				
Drain de Saint-Maur	»	2.375	»	»
Drain du moulin de Cage	»	»	»	»
6° Eaux d'égout				
Eaux des collecteurs de Paris	17.000.000	16.270.000	»	»
7° Eaux de vidanges				
Eau du dépotoir de l'Est	12.000.000	29.645.000	»	»
» » traitée à Bondy	320.000	»	»	»

PUBLICATIONS RÉCENTES

BACTÉRIOLOGIE

Prof. M. Ogata. — Zür aetiologie der Dysenterie. Contribution à l'étiologie de la dysenterie (*Centralblatt für Bakteriologie u. Parasitenkunde*, XI, p. 264).

Foth. — Zür Frage der Sporenfürbung. Contribution à la question de la coloration des spores (*Centralblatt für Bakteriologie u. Parasitenkunde*, XI, p. 272).

Dr P. Barbani. — Ueber die aetiologie der Malariainfection nach der hentigen Parasitenhulire. Sur l'étiologie de la malaria, d'après la doctrine parasitaire actuelle (*Centralblatt für allgem. Pathologie u. path. Anatomie*, III, p. 49 et 102).

Schütz. — Versurhe zur Immunisirung von Pferden und Schafen gegen Tetanus. Recherches sur l'immunisation des chevaux et des moutons contre le tétanos (*Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiter*, XII, p. 58).

Dr H.-C. Plaut. — Beitrag zür Faonsfrage. Contribution à la question des faons (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 357).

Dr Ph. Smith. — Zur Unterscheidung gwischen typhus. u. colonbacillen. De la différenciation des bacilles du typhus et du côlon (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 367).

Dr Rolwer. — Ueber die Pigmentbildung des Bacillus pyocyaneus. Sur la formation du pigment du *Bacillus pyocyaneus* (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 327).

Dr A. Pfuhl. — Beitrag zur aetiologie der Influenza. Contribution à l'étiologie de l'influenza (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 397).

Dr Fiocca. — Ueber einen im Speichet einiger Hanschitre gefündenen, dem Influenzabacillus ähislishen Mikroorganismüs. Sur un bacille semblable à celui de l'influenza, trouvé dans la salive de quelques animaux domestiques (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 406).

L'Éditeur-Gérant, Georges CARRÉ.

Tours. — Imprimerie DESLIS FRÈRES

ANNALES
DE MICROGRAPHIE

NOUVELLES RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LA MÉROTOMIE DES INFUSOIRES CILIÉS

Par E.-G. BALBIANI

INTRODUCTION

Dans un travail paru, il y a quelques années, sous le même titre que celui placé en tête du présent Mémoire (1), j'ai indiqué le but que je me suis proposé dans ces expériences, et j'ai expliqué ce que j'entendais par le terme de *mérotomie*. Je désigne ainsi l'opération qui consiste à séparer sur un organisme vivant un fragment plus ou moins considérable dans le but d'observer les phénomènes de survie présentés par cette portion isolée et devenue indépendante du tout dont elle faisait naguère partie. Chez beaucoup d'organismes inférieurs, ce fragment isolé ou *mérozoïte*, ainsi que je l'ai désigné, non seulement continue à vivre pour son propre compte, mais est susceptible de devenir, en se régénérant, un individu complet, tout semblable à celui sur lequel il a été pris.

Ces phénomènes de survie et de régénération sont connus depuis longtemps chez une foule de Métazoaires, et la science a déjà enregistré un grand nombre de travaux où cette propriété a été étudiée chez les Vers, les Cœlentérés, les Echinodermes, etc. Elle a été également mise en évi-

(1) Balbiani, Recherches expérimentales sur la mérotomie des Infusoires ciliés. Contribution à l'étude du rôle physiologique du noyau cellulaire. *Recueil zoologique suisse*, t. V, 1888, p. 1-72, avec 2 planches.

dence chez divers groupes de Protozoaires par les expériences déjà anciennes de Guanzati et d'Eichhorn, puis par celles plus récentes de K. Brandt et de R. Greeff, enfin, et surtout, par les observations de M. Nussbaum et de A. Gruber. J'ai fait connaître moi-même, dans mon premier travail sur la mérotomie des Ciliés, les résultats auxquels m'avaient conduit mes recherches entreprises sur plusieurs espèces de ce groupe, recherches dont je ne ferai que rappeler ici les principales conclusions, renvoyant au Mémoire détaillé pour l'historique de la mérotomie des Protozoaires, à l'époque où j'ai effectué mes expériences, ainsi que pour le procédé opératoire et les précautions à prendre pour la réussite de ces études. On y trouvera enfin l'exposé complet des phénomènes morphologiques et physiologiques que j'ai observés sur les fragments séparés par division artificielle chez les espèces étudiées.

Le fait le plus important qui ressort de ces expériences est celui de la régénération des fragments isolés par mérotomie, et du rôle que joue le noyau dans cette régénération. J'ai montré, ainsi que l'avaient déjà fait Brandt, Nussbaum et Gruber, que la faculté de régénération était rattachée à la présence, dans le fragment, soit du noyau pris dans son ensemble, soit d'une portion de celui-ci, ou même de la plus petite parcelle de substance nucléaire. J'ai fait voir de plus que l'absence du noyau n'empêchait pas la vie individuelle de continuer pendant un temps plus ou moins long, suivant les espèces, temps pendant lequel plusieurs des fonctions essentielles à la vie continuent à s'exercer d'une façon plus ou moins régulière, mais qu'elle finissait toujours par entraîner des troubles morphologiques et physiologiques graves dont la mort était la conséquence. J'ai montré dans quel ordre les diverses fonctions s'éteignent les unes après les autres dans les mérozoïtes privés de noyau, suivant l'énergie de l'influence que le noyau exerce sur chacune d'elles en particulier. En première ligne, on constate l'abolition de la faculté de reproduire les parties manquantes, ou faculté de régénération, puis celle de la sécrétion cuticulaire servant à cicatriser la plaie, tandis que d'autres fonctions, telles que les

mouvements, la sensibilité, l'ingestion des aliments, la défécation, les pulsations de la vésicule contractile, continuent à s'effectuer comme chez les individus normaux ou les mérozoïtes pourvus d'un noyau. Elles ne disparaissent graduellement qu'au fur et à mesure de la désorganisation du plasma, que l'on peut considérer elle-même soit comme la cause, soit comme la conséquence des troubles précédents, et comme se rattachant dès lors, soit directement, soit indirectement, à la soustraction du noyau.

Ces résultats confirment donc sur tous les points essentiels ceux de Nussbaum et de Gruber, dont j'ai parlé dans l'exposé historique de mon précédent Mémoire. Mais il est plusieurs des fonctions des Ciliés pour lesquels je n'ai pas mieux réussi que ces auteurs à démontrer l'intervention du noyau. Telles sont notamment la digestion et l'assimilation à l'égard desquelles je n'ai obtenu que des résultats douteux. Je reviendrai sur ce point dans la suite de ce Mémoire.

Une autre catégorie de phénomènes sur lesquels les données nous manquent encore presque complètement concerne le rôle du noyau chez les fragments séparés sur des individus en voie de division spontanée et de conjugaison. Gruber seul a entrepris quelques recherches sur ce point en coupant des Stentors en voie de division naturelle, et en a tiré la conclusion indiquée dans mon premier Mémoire, à savoir que le noyau n'est indispensable que pour la formation des organes nouveaux qui n'existaient pas encore au moment où le fragment a été séparé, tandis que les organes qui, à ce moment, avaient déjà commencé à se former continuent et achèvent leur évolution en dehors de l'influence du noyau; ce qui revient à dire que le noyau est nécessaire pour donner l'impulsion à la formation des organes, mais devient inutile une fois cette impulsion donnée. Nous examinerons plus tard si cette manière de voir est fondée.

Avant de passer à l'exposé des recherches nouvelles que j'ai entreprises sur la mérotomie des Ciliés, je dois d'abord donner un aperçu des travaux qui, depuis mon premier Mémoire publié en 1888, ont eu pour objet l'étude physiologique du noyau chez les Protozoaires en général.

Dans cette même année 1888, Max VERWORN (1) publia des observations faites sur un Rhizopode à coquille calcaire, le *Polystomella crispa*, et constata que les fragments contenant le noyau étaient seuls capables de régénérer la partie enlevée de la coquille en sécrétant une couche calcaire à la surface de la plaie, tandis que les fragments dépourvus de noyau, quoique susceptibles de vivre un temps assez long, d'émettre des pseudopodes et de s'en servir pour capturer les proies vivantes et les tuer, ne régénèrent pas leur coquille, et ont perdu par conséquent la faculté de sécréter de la chaux. VERWORN a fait aussi occasionnellement quelques expériences de mérotomie sur des Ciliés (*Stentor* et *Lacrymaria*), qui lui ont montré également que la régénération n'a lieu que chez les fragments pourvus d'un noyau, comme cela avait été d'abord établi par les observations de NUSSBAUM et de GRUBER (2).

En 1889, le même auteur publia une série plus importante d'études sur le rôle physiologique du noyau chez les Protozoaires dans son beau Mémoire : *Psycho-physiologische Protisten-Studien* (3). Son attention fut presque exclusivement dirigée sur les phénomènes de mouvements spontanés étudiés comparativement chez les animaux intacts et les fragments sans noyau. Il a examiné à ce point de vue un grand nombre de Rhizopodes des différents ordres (*Amoeba, Pelomyxa, Difflugia, Arcella, Actinosphaerium, Lieberkühnia, Polystomella*), et de Ciliés (*Spi-*

---

(1) M. VERWORN, Biologische Protisten-Studien. *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. XLVI, 1888, p. 455.

(2) Je crois avoir le droit de me ranger immédiatement après ces deux observateurs, car, si mon Mémoire du *Recueil zoologique suisse* n'est sorti de presse que le 19 novembre 1888, tandis que celui de VERWORN a vu le jour en juin de la même année, j'avais adressé mon manuscrit à la rédaction du *Recueil* dès le 17 octobre 1887, c'est-à-dire neuf mois avant la publication du travail précité de VERWORN. C'est pour la même raison que ce travail n'a pu être mentionné dans mon Mémoire du *Recueil zoologique suisse*.

(3) M. VERWORN, Psycho-physiologische Protisten-Studien. Experimentelle Untersuchungen, 1889.

rostomum, *Lacrymaria*, *Epistylis*, *Stylonychia*, etc.). Chez toutes les espèces étudiées, Verworn a observé le même ordre de phénomènes, qu'il formule dans la même conclusion générale : « Tous les fragments sans noyau, jusqu'aux plus petits, après avoir passé par un stade d'excitation, conséquence immédiate de la lésion, stade qui se traduit chez les Rhizopodes par une contraction du corps, chez les Ciliés par une accélération des mouvements ciliaires, exécutent exactement les mêmes mouvements que ceux qu'ils exécutaient lorsqu'ils faisaient encore partie de l'animal intact. » J'avais tiré une conclusion absolument semblable de mes expériences faites sur les Ciliés. Voici comment je décrivais ces phénomènes de mouvements chez les mérozoïtes sans noyau du *Cyrtostomum* (*Frontonia*) *leucas :* « Le premier phénomène qu'on observe après la séparation des deux moitiés consiste en une agitation rapide de celles-ci dans le liquide... Leurs mouvements ont quelque chose de désordonné qui contraste avec les allures calmes et posées des individus normaux... Mais au bout de quelques heures chaque moitié a retrouvé son orientation naturelle et se dirige dans le sens où elle se serait mue si elle était placée sur un individu complet... On n'observe d'abord aucune différence dans les allures du mérozoïte nucléé et du mérozoïte sans noyau, mais au bout d'un temps variable, une douzaine d'heures en moyenne, on constate dans leurs mouvements des différences qui s'accusent de plus en plus. Le mérozoïte qui contient le noyau reprend graduellement les habitudes des individus normaux de son espèce, tandis que les mouvements de son congénère sans noyau deviennent de plus en plus irréguliers... Par les progrès de sa désorganisation, les cils vibratiles disparaissent eux-mêmes (avec les trichocystes) sur certaines régions de la surface du corps. Les mouvements sont par suite totalement abolis et se réduisent à une rotation lente du corps sur lui-même. Enfin, l'immobilité devient complète, la cuticule éclate sur un point du corps et laisse échapper le plasma, qui achève de se désorganiser au contact de l'eau. » (1)

---

(1) Verworn (*l. c.*) cite quelques-uns des passages que je viens de trans-

Dans le travail que nous analysons, VERWORN n'a presque pas porté son attention sur les processus de régénération. Il se contente de dire, à propos de quelques-unes des espèces étudiées, qu'on ne l'observe que chez les fragments pourvus d'un noyau, sans entrer dans le détail du phénomène. L'influence du noyau sur les sécrétions et la digestion n'entrait pas non plus dans le plan des études de l'auteur. Pour les sécrétions, nous avons déjà constaté qu'il admettait l'intervention de cet élément dans la sécrétion calcaire du *Polystomella crispa*, dont les fragments sans noyau avaient perdu la faculté de réparer les pertes de substance de la coquille. Quant aux fonctions nutritives, il se borne à avoir constaté que ces mêmes fragments pouvaient encore saisir et tuer les proies vivantes, la digestion elle-même de celles-ci n'ayant pas été observée.

Le point de vue le plus général des recherches de VERWORN est que, dans ses rapports avec les mouvements, le noyau ne représente pas un centre psychique pour les Protistes, comme l'ont supposé quelques auteurs, mais que chaque particule élémentaire de leur substance constitue un centre indépendant pouvant avoir des mouvements propres lorsqu'on l'isole du reste. Il démontre cette indépendance par des expériences délicates, pour le détail desquelles nous renvoyons au Mémoire original. Tous ces centres sont reliés entre eux, sur l'animal intact, de manière à produire une action harmonique des mouvements inconscients ou automatiques, qui est elle-même en rapport avec les diverses excitations physico-chimiques du monde ambiant.

BRUNO HOFER (1) a choisi pour objet de ses expériences l'Amibe (*Amœba proteus*) de préférence aux Ciliés, par la raison que, selon lui, la plaie déterminée par la section au moyen de l'instrument tranchant se ferme plus rapidement

---

crire ici de mon premier Mémoire et ajoute qu'ils *confirment* ses propres observations. C'est intervertir les termes, car il serait plus exact de dire, vu que mon travail a paru neuf mois avant le sien (les *Psycho-physiol. Protisten-Studien* ont été publiés en août 1889), que c'est au contraire lui qui confirme mes résultats.

(1) B. HOFER, Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss des Kerns auf das Protoplasma. *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft*, t. XXIV, 1890, p. 105.

et plus complètement que chez ces derniers, et ne laisse point, par suite, le plasma exposé à s'imbiber par l'eau ambiante. Cette imbibition entraînant la désorganisation du plasma peut faire attribuer, chez les fragments sans noyau, à l'absence de cet élément un phénomène qui est purement le résultat physique de la pénétration de l'eau à travers la plaie incomplètement fermée. On peut objecter à cette explication que, s'il peut en être effectivement ainsi pour certaines espèces de Ciliés dont l'ectoplasme renferme une couche épaisse de trichocystes, qui rend parfois la fermeture de la plaie difficile en raison de sa rigidité, ainsi que je l'ai montré moi-même, par exemple chez le *Cyrtostomum leucas*, il n'en est pas de même chez une foule d'espèces dépourvues de trichocystes ectoplasmiques, où la réunion des deux lèvres de la plaie se fait pour ainsi dire instantanément et ne laisse par conséquent pénétrer dans le plasma aucune quantité d'eau, ou une quantité insignifiante, qui est promptement résorbée par le système excréteur. L'inconvénient signalé par Hofer, peut-être réel chez certains Ciliés, est largement racheté par l'avantage, que Verworn a déjà fait ressortir, que ceux-ci sont infiniment plus favorables que les Rhizopodes, et en particulier les Amibes, pour l'étude des mouvements, lesquels sont plus compliqués, mieux coordonnés et plus rapides que chez ces derniers.

Hofer a observé sur l'*Amœba proteus* des phénomènes intéressants concernant les mouvements, les sécrétions et la digestion. Après avoir divisé l'Amibe en deux parties, dont l'une contenait le noyau, tandis que l'autre était sans noyau, il constata que la première n'était affectée en rien par l'opération ; dans le fragment sans noyau, au contraire, les mouvements ne montrèrent d'abord aussi rien d'anormal pendant les 15 ou 20 minutes qui suivirent la division. Mais au bout de ce temps, les mouvements commencèrent à se ralentir, et le fragment tendait à prendre une forme sphérique. Quelques mouvements plus énergiques avec formation de courts pseudopodes se manifestèrent dans certains cas, mais n'avaient jamais une longue durée. Les pulsations de la vésicule contractile, lorsque celle-ci était échue au fragment sans noyau, continuaient d'abord d'une

façon régulière pour se ralentir et s'arrêter enfin en même temps que la formation des pseudopodes. Lorsque la vésicule contractile ne se trouvait pas dans le fragment, il s'en produisait d'abord une, ainsi que je l'avais moi-même décrit pour les mérozoïtes sans noyau des Ciliés, et cette vésicule de nouvelle formation se comportait ensuite comme la vésicule primitive. L'influence du noyau sur la sécrétion se manifestait par la non-production de la substance agglutinante qui permet à l'Amibe intacte de s'attacher au plan sous-jacent pour y prendre un point d'appui, lorsqu'elle veut émettre ses pseudopodes pour capturer ses aliments. Le fragment devient par suite flottant, n'émet plus de pseudopodes et cesse par conséquent de se nourrir. Mais lorsque ces fragments sans noyau contenaient des aliments récemment ingérés au moment de la section, on pouvait observer que ceux-ci subissaient une digestion plus ou moins incomplète et lente. HOFER a trouvé dans le brun Bismarck en solution faible (1 : 20000) un réactif par lequel il pouvait apprécier le degré de la digestion, ayant constaté que l'intensité de la coloration des aliments par ce réactif était d'autant plus grande que la digestion est plus avancée, la substance elle-même de l'Amibe restant parfaitement incolore. Il a vu ainsi que, lorsque les fragments sans noyau renfermaient des aliments abondants, une plus ou moins grande quantité de ceux-ci était rejetée sans avoir subi de digestion, tandis que, lorsque les aliments étaient rares et de petit volume, ils étaient souvent digérés. Dans les mêmes conditions, les fragments pourvus d'un noyau digéraient toujours leurs aliments jusqu'à la dernière parcelle. HOFER conclut de ces observations que les fragments sans noyau n'emploient pour la digestion que la quantité de sucs digestifs qu'ils contenaient au moment de la division, et sont incapables de sécréter des quantités nouvelles de ces sucs lorsque cette réserve est épuisée, que par conséquent cette faculté ne s'exerce que sous l'influence du noyau. Cette influence est sans cesse agissante chez les individus intacts et les fragments pourvus d'un noyau, tandis que chez les fragments sans noyau elle ne s'exerce que par une *action après coup* (Nachwirkung). Il explique par le même mode l'influence que le

noyau exerce sur les mouvements du plasma, mouvements qui continuent d'une façon parfaitement régulière après que le fragment a perdu ses connexions avec le noyau. Ajoutons enfin que la durée de la survie n'était en moyenne que de 9 à 10 jours, rarement de 14 jours ; pour les fragments sans noyau, ce terme était presque toujours plus ou moins dépassé.

De l'ensemble de ses observations sur l'*Amœba proteus* Hofer tire cette conclusion générale pour le rôle physiologique du noyau que cet élément représente un centre régulateur pour les mouvements du plasma, qu'il tient aussi sous sa dépendance les actions sécrétoires, mais qu'il est sans utilité pour la respiration du plasma et les fonctions de la vésicule contractile.

Pour vérifier ces conclusions de Hofer, qu'il jugeait en contradiction avec les idées qu'il avait émises sur le rôle du noyau dans ses Études psycho-physiologiques sur les Protistes, Verworn (1) a voulu répéter les expériences de Hofer sur un autre Rhizopode, le *Difflugia lobostoma*. Il est arrivé sur cette espèce à des résultats presque entièrement concordants avec ceux observés par Hofer sur l'*Amœba proteus*, mais leur donne une interprétation différente, accusant ses divergences de vue touchant le mode d'action qu'il attribue au noyau dans la vie cellulaire. Cet élément ne joue pas, suivant lui, le rôle d'un centre d'action pour les mouvements, et la régularité que ceux-ci manifestent après la soustraction du noyau n'est pas le résultat d'une action après coup, comme le suppose Hofer. Cette explication implique en effet une contradiction : un centre régulateur de mouvements ne peut exercer ses effets après qu'il a été supprimé, pas plus qu'on ne voit les mouvements spontanés persister chez un animal dont le système nerveux a été détruit. La source des mouvements du protoplasma est dans le protoplasma lui-même, et son activité motrice est entretenue par les échanges de matière qui ont lieu entre lui et le noyau. La soustraction de ce dernier, en arrêtant ces échanges, détermine dans le proto-

---

(1) M. Verworn, Biologische Protisten-Studien II. *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. L, 1890, p. 443.

plasma des troubles moléculaires dont la conséquence est l'irrégularité et l'arrêt des mouvements spontanés. La persistance régulière de ceux-ci, pendant un certain nombre de jours après l'élimination du noyau s'explique par ce fait que les propriétés nutritives ou chimiques du protoplasma, en vertu desquelles s'exercent les mouvements, ne disparaissent pas immédiatement par la soustraction du noyau, mais ne s'épuisent qu'à la longue et suffisent jusque-là à l'entretien régulier des mouvements. On voit qu'en somme il s'agit bien là aussi d'une *action après coup* du noyau, comme celle que HOFER admet pour les mouvements et la digestion ; il n'y a d'autre différence entre les deux auteurs qu'en ce que pour l'un cette action semble être plutôt physique ou dynamique, tandis que pour l'autre elle serait essentiellement moléculaire ou chimique.

Le dernier travail dont il me reste à parler est un important mémoire de VERWORN, qui a paru à la fin de l'année dernière (1). Ce travail n'est que le développement, appuyé par de nouvelles observations, des idées que l'auteur s'est formées sur la signification physiologique du noyau cellulaire, et que nous avons déjà fait connaître en grande partie en parlant de ses précédentes publications. VERWORN a pris principalement pour objet de ses expériences les Radiolaires, organismes qui, en raison de la grande taille de certaines espèces, sont particulièrement favorables pour des expériences de mérotomie : ainsi le *Thalassicola pelagica* a 2 à 3 millimètres, le *T. nucleata* 4 à 5 millimètres. VERWORN a pu facilement isoler sur ces grands organismes des fragments volumineux sans noyau, et observer la façon dont ceux-ci se comportent lorsqu'ils sont livrés à eux-mêmes dans de bonnes conditions biologiques. Il suffisait pour cela de séparer un fragment par un coup de ciseaux passant en dehors de la capsule centrale, à l'intérieur de laquelle, comme on sait, le noyau est logé chez les Radiolaires. On obtenait ainsi deux fragments, dont l'un contenait la capsule centrale avec le noyau, tandis que l'autre se composait d'une masse d'ectoplasme

---

(1) M. VERWORN, Die physiologische Bedeutung des Zellkerns. *Archiv f. die gesammte Physiologie des Menschen und der Thiere*, t. LI, 1891, p. 1.

sans noyau. Chez ces derniers, l'auteur a pu observer des phénomènes très semblables à ceux que présentent les Rhizopodes et les Ciliés énucléés, étudiés par lui et ses prédécesseurs. La plaie produite par la section se refermait très facilement, et le protoplasma, après une courte période d'excitation, manifestée par quelques légers changements de structure au voisinage de la plaie, émettait de nouveaux pseudopodes par la cicatrice, en même temps que celle-ci s'arrondissait de plus en plus sur ses bords et son tranchant. Au bout de quelques heures, les fragments avaient pris une forme parfaitement sphérique, et les pseudopodes exécutaient à la surface de l'eau les mêmes mouvements pour la préhension des aliments que chez les individus intacts. La proie saisie et tuée subissait même un commencement de digestion, qui n'allait jamais jusqu'à leur dissolution par les liquides digestifs. Finalement, après quelques jours ou même déjà quelques heures, des signes de dégénération commencèrent à se manifester dans ces fragments, qui finirent par se résoudre en un amas de granulations et de gouttelettes protoplasmiques. D'après une remarque intéressante de Verworn, cette dégénération du plasma passe par des stades identiques à ceux que provoque une excitation mécanique vive, par exemple une agitation violente du Radiolaire dans le liquide.

En résumé, nous retrouvons dans ces organismes les mêmes phénomènes provoqués par la soustraction du noyau que ceux qui ont été constatés par les divers observateurs dans les autres groupes de Rhizopodes et chez les Ciliés.

Verworn a fait des expériences plus originales sur les Radiolaires en agissant directement sur la capsule centrale isolée de la masse protoplasmique qui l'enferme. Cette capsule ayant été extraite chez le *Thalassicola nucleata* et soigneusement débarrassée de toute trace de substance protoplasmique adhérente à sa surface, on put constater qu'après un séjour de 1 à 2 jours au fond de l'eau la capsule s'était régénérée en un petit Radiolaire constitué par toutes les couches qu'on observe chez les individus normaux : couche vacuolaire, couche gélatineuse, couronne pseudopodique, etc. Ces petits individus se sont accrus

rapidement jusqu'à atteindre 3 millimètres en 34 jours, et s'étaient élevés du fond de l'eau à sa surface, où ils flottaient comme les individus ordinaires. Pendant la régénération, qui commence souvent quelques minutes après l'isolement de la capsule, on voit d'abord apparaître à sa surface une couche de petits filaments droits et courts, devenant graduellement plus nombreux et plus serrés, et terminés par un petit renflement arrondi. Ces filaments s'accroissent en longueur aux dépens du bouton protoplasmique, et se développent en pseudopodes de nouvelle formation, atteignant souvent en moins d'un jour une longueur dépassant le diamètre de la capsule. En même temps que la couche des pseudopodes, commence aussi à se produire l'enveloppe gélatineuse par la sécrétion à la base des pseudopodes de couches muqueuses qui se fusionnent en une enveloppe continue que traversent ces prolongements. Cette couche achève de se développer et prend l'aspect qu'elle présente chez les individus normaux en s'imbibant d'eau, qui forme dans son intérieur des vacuoles d'abord petites et nombreuses, puis s'agrandissant graduellement par leur fusion. Enfin, la production d'une couche pigmentaire autour de la capsule vient compléter la transformation de celle-ci en un petit Radiolaire typique.

L'expérience que nous venons de relater, ayant montré que les pseudopodes naissent à l'intérieur de la capsule et traversent les pores de sa membrane d'enveloppe, Verworn a voulu s'assurer si ces filaments pouvaient encore se produire alors que le protoplasma intracapsulaire est mis à nu. Ayant déterminé par une incision faite à la membrane d'enveloppe l'issue du contenu, il constata que la couche extérieure hyaline ou couche corticale de ce protoplasma pouvait encore émettre dans ces conditions des pseudopodes plus ou moins longs et présentant les courants ordinaires de ces prolongements, mais ils ne persistent pas longtemps et ne tardent à se retirer vers la capsule en présentant la destruction granuleuse qui caractérise leur disparition. Tout autrement se comporte la masse centrale ou endoplasme du contenu intracapsulaire : non seulement celle-ci n'émet pas de pseudopodes lorsqu'elle est mise à nu, mais elle se détruit aussitôt qu'elle se

trouve au contact de l'eau et se résout en un amas cohérent de granulations.

La signification biologique de la capsule centrale ressort nettement de ces expériences. Comme celle-ci renferme toutes les parties du corps radiolaire, noyau, endoplasme et ectoplasme, sous sa membrane d'enveloppe, qui leur sert d'organe de protection contre les causes extérieures capables d'anéantir les parties extracapsulaires plus délicates, la capsule centrale sert à régénérer ces dernières au moyen des éléments contenus dans son intérieur. Pour cette régénération le noyau n'est pas nécessaire, comme nous l'avons vu plus haut, mais il assure aux parties nouvellement formées une existence durable en empêchant leur dégénération. Mais par lui-même, isolé des parties qui l'entourent dans la capsule centrale, le noyau n'est pas viable, et se détruit comme le fait la masse protoplasmique extracapsulaire elle-même, lorsqu'on la prive de son noyau. Cette destruction du noyau n'a pas seulement lieu au contact de l'eau, mais encore lorsqu'on introduit le noyau isolé dans un corps protoplasmique de Radiolaire dont le noyau propre a été préalablement enlevé avec la capsule centrale : c'est ce qu'ont montré les expériences intéressantes de Verworn.

Le cas le plus remarquable de ces expériences sur la capsule centrale, et nous terminons par là l'exposé des curieuses recherches du physiologiste de Iéna sur les Radiolaires, est celui de la transplantation ou greffe d'une capsule centrale isolée et intacte dans le corps protoplasmique d'un autre individu dont on a enlevé la capsule propre. Cette capsule centrale étrangère est immédiatement adoptée par le corps protoplasmique dans lequel elle a été introduite, car non seulement celui-ci ne se détruit pas comme il l'eût fait sans cette introduction, mais la plaie résultant de l'opération se cicatrise parfaitement et produit de nouveaux pseudopodes à sa surface ; de plus la durée de la vie de ces individus est la même que celle des individus normaux qui servent de contrôle.

La réussite de cette opération de greffe de la capsule inspira à Verworn l'idée de se servir pour cette expérience de deux individus d'espèce différente, dont l'un aurait

fourni le corps protoplasmique, et l'autre le noyau, ou réciproquement. Les *Thalassicola nucleata* et *Thalassicola pelagica* eussent parfaitement convenu pour cela en raison de leur grande taille et de la facilité relative de l'opération. Malheureusement, l'une de ces deux espèces, le *Thalassicola pelagica*, ne put être rencontrée à Naples pendant le séjour qu'y fit Verworn, de sorte que l'essai dut être renvoyé à une occasion plus favorable. Du reste, cette expérience, intéressante surtout par la comparaison avec les essais d'hybridation artificielle, telle que celle que Boveri a réalisée avec les œufs et les spermatozoïdes de différentes espèces d'Oursins, ne nous eût rien appris de nouveau concernant le rôle que joue le noyau dans la conservation de la cellule. En effet, en introduisant la capsule centrale d'une espèce de Radiolaire dans le corps protoplasmique d'une espèce différente, ce n'est pas seulement un noyau qu'on y introduit, mais encore une masse assez abondante de substance protoplasmique, le protoplasma intracapsulaire. Il en résulte que les phénomènes observés après cette introduction auraient pu être aussi bien attribués au protoplasma qu'au noyau de la capsule centrale, ou bien à leur influence combinée. Nous avons vu d'ailleurs que la greffe du noyau seul dans un corps protoplasmique n'a jamais réussi et n'a empêché la destruction ni de l'un ni de l'autre de ces deux éléments, comme lorsque chacun d'eux est abandonné à lui-même.

Disons enfin quelques mots d'une autre série d'expériences que Verworn a entreprises sur les Foramifères polythalames (*Orbitolites*, *Amphistegina*), et consistant à isoler du corps nucléé des paquets plus ou moins volumineux de pseudopodes. Après une période d'excitation, pendant laquelle le paquet s'est contracté en une masse unique, à contour bien délimité et arrondi, celle-ci n'a pas tardé à émettre de tous côtés de nouveaux pseudopodes, qui s'allongeaient et se ramifiaient de plus en plus en formant un réseau qui ressemblait complètement au réseau pseudopodique d'un individu intact, et dont le centre était occupé par la masse protoplasmique solide. Au bout d'un temps assez court, 1/2 heure à 3 heures au plus, des phénomènes de dégénérescence ne tardèrent pas à se manifes-

ter dans le réseau. Les pseudopodes se retirèrent vers la masse centrale avec formation de gouttelettes se fusionnant les unes dans les autres en globules plus gros, disposés irrégulièrement autour de la masse centrale. Tous ces phénomènes de dégénérescence sont encore ici identiques avec ceux que provoque une excitation mécanique vive des individus intacts. Lorsque ces globules ainsi formés étaient mis en contact avec les pseudopodes d'un individu bien vivant, ils formaient des courants qui s'écoulaient dans ceux-ci en affectant toujours une direction centripète, autrement dit vers les noyaux. En aucun cas ils ne se dirigeaient vers la pointe des pseudopodes, c'est-à-dire dans une direction centrifuge, à l'opposé des noyaux. Il semblait que ceux-ci exerçaient une sorte d'attraction sur la substance plasmique en voie de dégénérescence et devenue immobile, et y déterminaient des courants dirigés vers les noyaux et entraînant dans le même sens les courants du protoplasma nucléé avec lesquels ils se mélangeaient : c'est une sorte de revivification d'un protoplasma mourant par la perte de ses connexions avec le noyau, par un protoplasma vivant et étranger ayant conservé ses connexions nucléaires.

Toutes les expériences précédentes de Verworn concernent l'étude des mouvements du protoplasma soustrait à l'influence du noyau. Par l'expérience suivante, il a voulu se rendre compte de cette influence sur la respiration du protoplasma. Des fragments énucléés d'un Cilié, *Bursaria truncatella*, furent introduits dans une chambre à gaz d'Engelmann, à travers laquelle passait un courant d'hydrogène pur, qui, ainsi qu'on le sait, n'exerce aucune action propre sur le protoplasma et ses mouvements. Pendant cinq à huit minutes, aucune modification ne s'observait dans les mouvements, mais après ce temps le mouvement ciliaire commença à se ralentir presque brusquement et devint irrégulier, et presque aussitôt le fragment se détruisit et se transforma en un amas de granulations lâches. Les mêmes phénomènes s'observaient chez les fragments nucléés, ce qui autorise la conclusion qu'avec ou sans noyau le protoplasma a besoin d'oxygène pour sa conservation : cette conclusion était facile à prévoir.

Enfin, sur ce même Cilié, Verworn a refait une observation bien connue de tous ceux qui s'occupent de l'étude des Protozoaires : il a constaté que le noyau isolé et mis au contact de l'eau se détruit au bout d'un temps plus ou moins long, sans présenter aucune trace de régénération de la substance plasmique. Nous avons vu plus haut que Verworn était arrivé à une conclusion identique par ses observations sur le noyau des Radiolaires.

En raison de l'importance des résultats de Verworn, je n'ai pas cru devoir les exposer avec moins de détails que je l'ai fait dans les pages précédentes. Résumant l'ensemble de ses observations sur le rôle du noyau, nous voyons qu'il s'est occupé de ce rôle pour les mouvements, les sécrétions et la nutrition ; que, pour les premiers, il n'attribue pas au noyau une influence immédiate et directe sur les mouvements, puisque ceux-ci persistent encore plus ou moins longtemps après l'élimination du noyau (Ciliés, Amibes, Radiolaires, Foraminifères) ; que, pour les sécrétions, celles-ci s'arrêtent après cette élimination (sécrétion calcaire du *Polystomella crispa*) ; que, pour la nutrition enfin, la préhension des aliments et un commencement de digestion sont encore possibles (*Polystomella*, Radiolaires).

Dans la partie générale de ce travail, nous reviendrons sur les recherches de Verworn, et nous exposerons alors ses idées théoriques sur la signification du noyau et son mode d'action dans les phénomènes biologiques de la cellule. Il me sera permis, en terminant l'exposé de ses observations, de faire remarquer la concordance que celles-ci présentent en grande partie avec mes propres résultats, consignés dans mon premier travail sur la mérotomie des Ciliés.

RECHERCHES PROPRES

Les principes sur lesquels repose la mérotomie sont les mêmes qui guident le physiologiste dans ses investigations sur les animaux supérieurs, savoir : étudier les fonctions

d'un organe en examinant ce que devient l'organisme après la soustraction de cet organe. Par l'observation des modifications morphologiques et des troubles physiologiques qui en résultent, on arrive à tirer des conclusions relatives au rôle de cet organe. Il n'y a de différence que dans le procédé, qui se modifie suivant la taille des êtres ou de leurs parties sur lesquels on opère. Lorsque cette taille le permet, c'est l'organe lui-même qu'on élimine ; dans le cas contraire, l'organe est enlevé avec la portion du corps qui le renferme. Cette dernière méthode n'est évidemment applicable que chez les êtres où la partie retranchée du corps est assez indifférente pour la vie de l'ensemble pour que sa séparation ne puisse entraîner aucun inconvénient pour les autres fonctions. Tels sont en général les Protozoaires, qui n'ont que des organes ou organoïdes peu nombreux, plongés dans une substance non différenciée dans ses diverses parties : le protoplasma. On peut donc opposer, à ce point de vue, l'*organotomie* des animaux supérieurs à la *mérotomie* des organismes unicellulaires. Dans quelques cas cependant, celle-là peut être aussi pratiquée chez ces derniers ; c'est ainsi que nous avons vu plus haut Verworn enlever la capsule centrale *seule* chez les Radiolaires, et la restituer de même au corps dont elle a été extraite, ou au corps d'un autre individu, par une véritable opération de greffe. Mais ces cas sont extrêmement rares, et la plupart du temps c'est à la méthode de la mérotomie qu'il faut avoir recours. C'est encore cette méthode que nous avons employée dans les expériences nouvelles que nous allons rapporter. Si imparfaite et même *grossière* qu'elle soit, on ne peut pas dénier qu'elle n'ait conduit à des résultats intéressants entre les mains des expérimentateurs dont nous avons rapporté plus haut les travaux.

Stentor cœruleus

Cette espèce de Cilié est celle qui a principalement servi aux expériences de Gruber, dont j'ai présenté le résumé dans mon premier travail. Je vais aborder immédiatement

mes propres observations sur la mérotomie du Stentor, ne croyant pas nécessaire de les faire précéder d'une description du *Stentor cœruleus*, qui est suffisamment connu par les travaux d'Ehrenberg, de Stein, de Claparède et Lachmann, de Schuberg (1), et d'un grand nombre d'autres observateurs anciens et modernes. J'ai, moi-même, dans plusieurs publications antérieures, décrit et figuré le *Stentor cœruleus*, soit dans les conditions ordinaires de la vie, soit aux époques de division spontanée et de conjugaison. Je rappelle ces dernières observations parce que j'ai mérotomisé aussi des individus en voie de division spontanée et de conjugaison, et observé des faits intéressants que je ferai connaître.

En raison de ses grandes dimensions en longueur, largeur et épaisseur, le *Stentor cœruleus* est un des Ciliés les plus favorables aux expériences de mérotomie, et l'on comprend le choix qu'en a fait Gruber pour ses intéressantes recherches à ce sujet. La situation de la bouche dans la partie antérieure du corps, la forme et la disposition des cils autour du large péristome qui termine le corps en avant permettent de suivre facilement les diverses phases de la régénération. Enfin, le long noyau moniliforme qui traverse le corps dans une grande étendue permet presque de séparer à volonté un nombre déterminé d'articles, afin d'observer s'il y a une relation entre le nombre de ces articles et les phénomènes de régénération.

Le corps du Stentor peut être divisé avec la même facilité dans toutes les directions voulues : en travers, en long ou obliquement. On obtient ainsi des mérozoïtes que l'on peut désigner par les noms de transversal antérieur ou postérieur, de longitudinal droit ou gauche, et d'obliques, suivant le sens de la section.

J'exposerai mes observations sous trois chefs différents, suivant les conditions physiologiques où se trouvaient les animalcules au moment de la section. Sous le premier chef, je rapporterai les phénomènes observés chez les individus sectionnés dans les conditions ordinaires de la vie, en

---

(1) Aug. Schuberg, Zur Kenntniss des Stentor cœruleus. *Zoolog. Jahrbücher Abth. f. Anat. u. Ontogenie der Thiere*, t. IV, 1890, p. 197.

dehors des époques de division ou de conjugaison ; sous le second, ceux constatés chez les animalcules en voie de fissiparité ; enfin, sous le troisième chef, les observations auxquelles ont donné lieu les individus opérés à l'état de conjugaison.

Chez tous ces animaux, on observe, comme suite immédiate de la section, des phénomènes semblables, qu'on peut considérer comme des phénomènes d'excitation produits par la lésion. Concurremment, on constate des modifications plus ou moins étendues ayant pour but de fermer la plaie produite par l'instrument tranchant, et de remédier ainsi au fâcheux contact de l'eau avec la surface dénudée. Nous décrirons d'abord ces dernières d'une manière générale avant d'examiner les particularités présentées par chaque catégorie d'individus.

Les choses se passent fort simplement lorsque à l'aide de la lancette ou d'un petit scalpel bien tranchant on fait une section transversale perpendiculaire à l'axe longitudinal du corps (I, *fig.* 1). Les parties intéressées par la section sont : 1° la cuticule ; 2° l'ectoplasme avec ses parties différenciées en bandes granuleuses longitudinales, ou *stries costales* (Rippenstreifen de Bütschli), et fibrilles claires (fibres de Lieberkühn, myonèmes de Bütschli) ; 3° l'endoplasme contenant le noyau moniliforme, qui presque toujours est lui-même plus ou moins inégalement divisé, la vésicule contractile, les vacuoles alimentaires, les dépôts de matériaux de réserve et d'excrétion. Si l'on examine immédiatement après la section l'état de la plaie dans chaque fragment, on constate qu'elle est déjà recouverte en grande partie par les couches extérieures du corps, c'est-à-dire la cuticule et l'ectoplasme, dont les bords coupés, ventral et dorsal, se sont réunis de manière à recouvrir l'endoplasme sous-jacent. Si le corps n'est pas trop distendu par des masses alimentaires ingérées, les deux bords ne tardent pas à se rencontrer sur la ligne médiane de la surface de section et à s'agglutiner l'un à l'autre. La ligne de suture des bords est mince et rectiligne dans toute son étendue, comme l'était la section elle-même. Très peu d'instants après, la surface coupée s'arrondit, traversée encore dans son milieu par la ligne cicatricielle (I, *fig.* 1, *p'*). Au niveau

de celle-ci les bandes granuleuses se rejoignent et se soudent d'une face à l'autre par leurs bouts coupés, mais, comme elles n'ont pas la même largeur sur les deux faces, celles de la face dorsale étant plus larges que les bandes de la face ventrale, il en résulte qu'elles viennent se terminer d'une manière irrégulière de chaque côté de la ligne de suture.

La description des modifications subséquentes à la fermeture de la plaie appartient à l'étude de la régénération dont il sera question plus loin.

Lorsque la section, au lieu d'être perpendiculaire à l'axe longitudinal du corps, divise celui-ci dans un sens plus ou moins oblique, mais toujours bien perpendiculaire aux deux faces ventrale et dorsale, la plaie affecte la forme d'une surface elliptique plus ou moins allongée, suivant le degré d'obliquité du plan de section. Ses deux bords se réuniront encore exactement suivant la ligne médiane de la plaie, et se souderont l'un à l'autre comme dans le cas précédent. Chaque mérozoïte aura seulement un côté plus long que l'autre, et le côté plus long de l'un correspondra au côté plus court de son congénère, et réciproquement : c'est ce qu'on peut voir par exemple sur nos figures 7 et 13.

Si nous supposons maintenant le cas où le plan de section, transversal ou oblique, est incliné obliquement sur les deux faces, celles-ci seront coupées à des hauteurs inégales, et la plaie sera taillée en biseau, soit en avant, soit en arrière. Une de ses lèvres sera par conséquent plus longue que la lèvre opposée, et la plaie rappellera la forme que réalise le chirurgien lorsqu'il fait une amputation à lambeau. Il se produit alors spontanément chez l'animalcule ce que fait le chirurgien lorsqu'il renverse sur la plaie le lambeau le plus long pour la recouvrir (II, *fig.* 11, *b'*; *fig.* 13, *b'*). Le lambeau long, qu'il appartienne à la face ventrale ou à la face dorsale, se rabat instantanément par suite de son élasticité sur la surface dénudée et la recouvre plus ou moins, suivant la largeur relative de celle-ci et du lambeau. Lorsque le lambeau est suffisamment large, il vient se souder par son bord libre au bord opposé de la solution de continuité, qui se trouvera par suite entièrement recouverte. Dans le cas contraire, les bords des

deux lambeaux ne pourront se rejoindre, et la plaie restera partiellement à découvert. Ce dernier cas se présente surtout fréquemment lorsque le corps est distendu par des masses alimentaires volumineuses, et que celles-ci sont principalement accumulées dans sa partie antérieure, la plus épaisse. Le plasma reste par suite dénudé dans une étendue variable, mais, à mesure que le corps se vide des masses excrémentitielles contenues et prend un volume moindre, les deux bords de la plaie se rapprochent et finissent par se rejoindre, de manière à recouvrir entièrement cette dernière. La ligne suturale se trouvera alors placée soit sur la face dorsale ou la face ventrale du corps, suivant que le lambeau obturateur aura été formé aux dépens de l'une ou l'autre face.

Il résulte des faits que nous venons de décrire que la facilité avec laquelle se ferment les plaies produites par l'instrument tranchant chez le Stentor dépend beaucoup du sens dans lequel la section est faite. Lorsque ce sens est perpendiculaire aux fibres contractiles et, par conséquent, à la direction suivant laquelle s'effectue leur contraction physiologique, la fermeture est toujours prompte et facile : c'est ce qui a lieu lorsque la section est transversale à l'axe longitudinal du corps ; aussi les mérozoïtes transversaux, antérieurs ou postérieurs, sont-ils très souvent viables. Il n'en est pas de même lorsque la section est plus ou moins parallèle à la direction des fibres contractiles (I, *fig.* 3, 6, 8). Non seulement la plaie est plus longue que dans le cas précédent, mais l'action des fibres contractiles ne s'exerce plus d'une façon aussi favorable pour en amener l'occlusion. Les mérozoïtes ainsi formés ayant la forme de tranches plus ou moins longues se tordent souvent en spirales irrégulières, contournées en divers sens, et, si les tours de spire ne viennent pas recouvrir la surface dénudée et l'abriter du contact de l'eau, la destruction de ces mérozoïtes par diffluence ne tarde pas à avoir lieu. D'autres fois, ceux-ci se recourbent brusquement sur eux-mêmes, la partie postérieure de la plaie venant s'appliquer contre sa partie antérieure, et les deux surfaces, ainsi abritées l'une par l'autre, ne tardent pas à se souder intimement (II, *fig.* 14, $a^1 - a^3$, b^1, b^2 ; *fig.* 15, $a^1 - a^4$). Il

arrive souvent alors que le pli produit par la courbure s'étire de chaque côté en une pointe plus ou moins longue, qui donne au mérozoïte une forme plus ou moins monstrueuse, comme cela avait été déjà remarqué par GRUBER (II, *fig*. 14, a^1; *fig*. 15, b^1, b^2). Ces irrégularités d'aspect déterminées par le traumatisme persistent jusqu'à la fin ou disparaissent peu à peu pour faire graduellement place à une forme plus normale, suivant que les fragments possèdent ou non la faculté de se régénérer, ainsi que nous le verrons plus loin.

Les modifications que nous venons de décrire et qui ont leur siège principal dans la région de la plaie peuvent être considérées comme des phénomènes d'excitation provoqués par la lésion brusque du plasma, notamment de ses éléments contractiles. Elles n'en semblent pas moins calculées pour s'opposer à la plus immédiate et la plus dangereuse conséquence de cette lésion, à savoir : l'imbibition aqueuse du plasma amenant rapidement sa destruction par diffluence. Cette imbibition n'est cependant pas aussi facile qu'on serait tenté de le croire au premier abord. Elle a toujours des effets destructifs certains lorsque de grandes masses d'endoplasme frais s'échappent rapidement par la plaie; mais, lorsque cette issue est lente et graduelle, ou, à plus forte raison, lorsque l'endoplasme reste en place au fond de la plaie, sa surface forme, en se coagulant au contact de l'eau, une couche imperméable qui empêche ce liquide de pénétrer plus avant et d'imbiber la masse profonde du plasma. La plaie, ainsi protégée, peut rester sans inconvénient plus de 24 heures au contact de l'eau, en attendant qu'elle se cicatrise par le mécanisme que nous décrirons plus loin (I, *fig*. 2, p^1, *s*; *fig*. 6, a^2, *s*) (1).

Après cette description des phénomènes généraux qui

---

(1) SCHUBERG (Zur Kenntniss des Stentor cœruleus. *Zool. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ontogenie der Thiere*, t. IV, 1890, p. 197) a montré récemment que l'étranglement du corps qui se produit pendant la division spontanée est lié dès le début à une déchirure de la pellicule (cuticule) se produisant dans une direction déterminée, et traçant en quelque sorte la voie à la séparation des deux individus. Il en résulte une véritable plaie, dont la cicatrisation joue un rôle important dans les phénomènes morphologiques de la division. Bien que le plasma se trouve mis à nu par la déchirure de la pellicule, il ne se produit aucune imbibition par la partie dénudée.

s'observent sur la surface sectionnée dans l'opération de la mérotomie chez les Stentors, nous allons décrire les faits particuliers que présentent, à la suite de cette opération, les diverses catégories d'individus que nous avons distinguées plus haut, en commençant par celle où la division artificielle est faite dans les conditions ordinaires de la vie.

a. — Mérotomie du Stentor cœruleus *dans les conditions ordinaires de la vie.*

L'expérience la plus facile à réaliser est la division transversale du corps en deux segments ou mérozoïtes à peu près égaux par une section passant par le milieu du corps (I, *fig.* 1). Presque toujours, le noyau sera intéressé par la section, et chaque segment en renfermera une portion plus ou moins considérable. Si la division a été faite bien perpendiculairement aux deux faces dorsale et ventrale, la plaie se refermera presque instantanément par le mécanisme que nous avons décrit, c'est-à-dire par le rapprochement et la soudure de ses deux bords opposés. La troncature est d'abord rectiligne, mais au bout de peu d'instants elle s'arrondit et présente en son milieu la cicatrice linéaire de la plaie (I, *fig.* 1, a^1, p^1). Nous avons également déjà parlé de la disposition des bandes granuleuses et des fibrilles contractiles claires au niveau de la ligne cicatricielle, et n'y reviendrons pas ici.

Les transformations ultérieures des deux mérozoïtes sont un peu plus compliquées pour le postérieur, qui n'a ni bouche, ni péristome, ni vésicule contractile, que pour l'antérieur, qui possède toutes ces parties de l'animal complet. Examinons-les d'abord chez ce dernier où les phénomènes de régénération sont plus simples.

Après avoir fermé sa plaie et s'être arrondi à son extrémité postérieure tronquée, le mérozoïte antérieur prend une forme plus ou moins sphérique. L'ablation de la partie postérieure a déplacé son centre de gravité et l'a privé du gouvernail qui, chez l'individu intact, dirige les mouvements au gré de l'animal. Aussi roule-t-il comme une

boule à travers le liquide, emporté à l'aventure par l'agitation de son système ciliaire (I, *fig.* 1, a^1). La perte de la ventouse qui termine le corps en arrière ne lui permet pas de se fixer et de donner au corps toute son extension. Peu à peu cependant le corps s'allonge et prend une forme conique ; l'extrémité postérieure perd sa forme obtuse et s'effile de plus en plus ; la ventouse terminale se régénère, et l'animal, désormais capable de prendre un point d'appui, s'allonge en forme de trompette, donnant au corps toute l'extension dont il est susceptible ; il recommence aussi à se nourrir, la préhension des aliments n'étant possible que dans cette dernière situation. Le mérozoïte antérieur se trouve ainsi complètement régénéré en moins de 12 heures.

Le processus de reconstitution présente plus de complication chez le mérozoïte postérieur qui doit non seulement récupérer sa forme, mais se refaire une bouche, un péristome et une vésicule contractile nouvelle (I, *fig.* 1, p^1).

Gruber a fort bien décrit les phénomènes de cette régénération en ce qui concerne le péristome et la bouche, mais il a passé sous silence la formation de la vésicule contractile, qu'on ne voit représentée non plus sur aucune de ses figures (1). Pour les deux premiers organes, il admet qu'ils se reforment comme dans la division naturelle des Stentors. On connaît les phases successives de cette néoformation, que nous allons rappeler rapidement. Une rangée longitudinale de cils vibratiles assez forts apparaît d'abord à la face ventrale du corps, un peu en arrière de l'ancienne bouche, et s'étend jusque vers le milieu de cette face. Cette rangée ciliaire se recourbe ensuite en dedans à ses deux extrémités et forme un arc allongé dont la concavité est tournée vers le bord gauche du corps. L'extrémité postérieure de l'arc se contourne en spirale et s'enfonce dans l'intérieur du corps pour former la nouvelle bouche. La partie de la surface du corps comprise entre l'arc et la ligne joignant ses deux extrémités représente le champ du nouveau péristome. Ce champ est parcouru par des fibres longitudinales fines qui convergent à son extré-

(1) A. Gruber, Beiträge zur Kenntniss der Physiologie und Biologie der Protozoen. *Berichte der naturforsch. Ges. zu Freiburg i. B.*, t. I, 1882.

mité postérieure et s'enfoncent dans la spire buccale. L'espace séparant le péristome ancien et le péristome nouveau s'élargit, et il s'y produit un sillon oblique qui se contourne sur la face dorsale, s'approfondit de plus en plus, et détermine ainsi un étranglement qui tend à isoler graduellement davantage les deux péristomes en séparant le corps en deux dans leur intervalle. Lorsque, par les progrès de l'étranglement, les deux individus ne sont plus rattachés l'un à l'autre que par un étroit pédicule, l'individu antérieur se trouve implanté par son extrémité caudale auprès du bord droit du péristome de l'individu postérieur. Par la rupture du pédicule d'union, réduit finalement à un mince filament, les deux individus deviennent libres et indépendants l'un de l'autre.

Gruber a appliqué à la régénération du nouveau péristome chez le mérozoïte postérieur nucléé le schéma de sa formation dans la division naturelle du Stentor, tel que nous l'avons exposé plus haut. Le mérozoïte s'arrondit d'abord à sa partie antérieure, puis une rangée verticale de gros cils vibratiles apparaît à sa face ventrale, un peu en arrière du pôle antérieur ; cette rangée se recourbe ensuite en demi-cercle autour de ce pôle, tandis que son extrémité postérieure s'enfonce sous forme de spirale dans l'intérieur du corps pour constituer la bouche ; le reste forme la rangée des cils adoraux. Gruber conclut de l'identité des deux processus que la régénération des organes dans la division artificielle suit les mêmes lois que dans la division naturelle : l'impulsion inconnue, dit-il, qui provoque la division spontanée produit les mêmes effets que l'excitation déterminée par l'ablation d'une partie du corps (1).

D'une façon générale, cette conclusion me paraît parfaitement fondée, mais à l'époque où Gruber faisait ses observations on n'avait que des connaissances très imparfaites des processus de la division spontanée chez le Stentor, notamment en ce qui concerne la néoformation du péristome. C'est Schuberg (2) qui, le premier, a exactement

---

(1) Gruber, *loc. cit.*, p. 5.
(2) Schuberg, *loc. cit.*

décrit le processus de cette néoformation. SCHUBERG a montré que l'endroit où se forme le nouveau péristome avec la bouche et la zone adorale nouvelle est exactement marqué à la face ventrale du corps par une disposition particulière des stries superficielles qu'il désigne sous le nom de *zone des ramifications*. Voici comment dans un travail antérieur (1) j'ai décrit cette région d'après SCHUBERG : « La région en question a dans son ensemble la forme d'un triangle aigu, dont la base s'appuie sur l'arc adoral gauche, et dont le sommet très allongé se prolonge jusque vers l'extrémité postérieure du corps. Les côtés du triangle sont représentés par deux stries : l'une interne, se dirige longitudinalement de la spire buccale vers l'extrémité caudale : c'est la strie limitante droite de SCHUBERG (*fig.* 8, 9, 19, *sld*) ; l'autre, externe, ou strie limitante gauche (*fig.* 8, 9, 19, *slg*), se porte obliquement du milieu de l'arc ventral gauche de la zone adorale vers cette même extrémité, où les deux stries se réunissent au sommet du triangle. Dans l'espace compris entre les deux stries limitantes, les stries intermédiaires, qui sont longitudinales et, par conséquent, parallèles à la strie limitante droite, au lieu de se diriger comme les stries placées en dehors de cet espace jusqu'à l'extrémité postérieure, tombent obliquequement sur la strie limitante gauche, dont elles forment comme les ramifications, d'où le nom de *zone des ramifications* (Verästelungszone) que SCHUBERG a donné à cette région de la surface du corps du Stentor. » C'est dans cet espace que se forme toujours le nouveau péristome, non seulement chez les individus en voie de division, mais aussi chez les mérozoïtes en voie de régénération.

Ceci établi, voici comment, d'après mes observations, le péristome avec la bouche et la zone adorale se reconstitue chez le mérozoïte postérieur (*fig.* 2, p. 27). Celui-ci prend d'abord dans son ensemble la forme d'une massue, à l'extrémité antérieure renflée de laquelle on voit la plaie, incomplètement fermée, produite par la section. Cette plaie affecte la

---

(1) BALBIANI, Sur la formation des monstres doubles chez les Infusoires. *Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux*, *t.* XXVII (mai-juin 1891), p. 169.

forme d'un espace plus ou moins large, tantôt circulaire, tantôt elliptique, d'un aspect granuleux et grisâtre, limité sur son contour par les bouts coupés des bandes ectoplasmiques. Sur une certaine étendue de ce contour, à la face ventrale, on aperçoit les extrémités sectionnées des bandes ou stries formant la *zone des ramifications* de SCHUBERG, zone que je préfère désigner plus brièvement sous le nom de *triangle de Schuberg*. Le premier phénomène qui

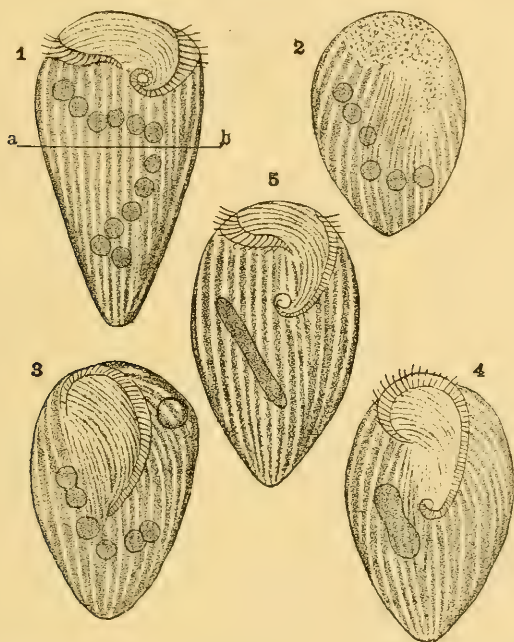


Fig. 2. — Quelques stades de la régénération du mérozoïte postérieur 2-5, produit par la section *ab* du Stentor 1.

annonce la régénération du péristome est la multiplication des bandes dans la région antérieure du triangle de SCHUBERG, en arrière de la plaie. Cette multiplication a lieu par des divisions longitudinales successives des bandes anciennes, d'abord en deux, en trois, puis un plus grand nombre de bandes nouvelles, qui deviennent d'autant plus fines qu'elles se multiplient davantage. Peu à peu, ces bandes s'allongent en avant et s'étendent à la surface de la plaie avec la couche ectoplasmique qui les renferme. Lors-

qu'elles sont arrivées au sommet de la plaie, les bandes ectoplasmiques se contournent parallèlement les unes aux autres vers le côté gauche du corps pour former la surface frontale du nouveau péristome, tandis que leur partie postérieure, prolongée sur la face ventrale, constitue la région buccale de ce péristome. Cette région buccale nouvelle achève de se développer, comme dans la division spontanée, par la formation à sa partie postérieure d'une bouche qui s'enfonce en spirale dans l'intérieur du corps. En même temps que le nouveau péristome se forme de la sorte, une rangée de cils vibratiles très courts et très fins, puis de plus en plus longs, apparaît à son bord dorsal, puis s'allonge en suivant le bord gauche de sa région buccale, et se termine en une spirale qui s'enfonce dans l'intérieur de la bouche. Cette rangée ciliaire est la nouvelle zone adorale. L'achèvement de ces parties a lieu comme dans la division spontanée : la partie buccale du péristome se raccourcit en se retirant vers le pôle antérieur, les deux extrémités de la zone adorale se rapprochent et forment une spirale raccourcie au sommet du mérozoïte, tandis que la nouvelle bouche, arrivée à sa situation définitive, lui permet de recommencer à se nourrir.

Le processus de régénération qui vient d'être décrit présente donc une grande analogie avec celui de la division spontanée. Il n'en diffère que par ce fait que le travail de régénération s'accompagne d'un phénomène de cicatrisation destiné à réparer le désordre produit dans le plasma par l'action traumatique.

Parlons maintenant de la régénération de la vésicule contractile.

On sait que, dans la division naturelle, cet organe se forme de très bonne heure, parfois même avant la nouvelle bouche, et que, chez les Stentors en particulier, elle résulte d'une simple dilatation locale du vaisseau longitudinal primitif au point où celui-ci passe auprès de la bouche nouvelle en voie de formation. C'est de cette même manière que la vésicule contractile nouvelle se forme dans le mérozoïte postérieur. Quelques instants après la section, le vaisseau longitudinal, qui, chez l'animal intact, n'est visible que par moments, et,

le plus souvent, sous forme de petites vésicules placées à la file, apparaît dans une étendue plus ou moins considérable comme une bande claire, élargie par places, ce qui lui donne un aspect variqueux. Les varicosités changent constamment de place et finissent par se localiser dans la partie antérieure du mérozoïte. Elles se réduisent bientôt à deux ou trois dilatations plus larges, qui changent constamment d'aspect, se rapetissant et s'agrandissant tour à tour par des contractions lentes qui chassent de l'une à l'autre le liquide qu'elles contiennent. Finalement, une seule des dilatations persiste et devient peu à peu régulièrement sphérique ; ses contractions, d'abord lentes et irrégulières, prennent un rythme plus accéléré et plus régulier et présentent enfin les caractères normaux des pulsations de la vésicule contractile chez les Stentors. J'ai observé quelquefois, moins de dix minutes après la section, une vésicule parfaitement caractérisée par sa forme, sa situation et son mode de contraction. Dans une de mes observations, j'ai constaté que la vésicule nouvelle se contractait de quinze à vingt fois par minute, chiffres qui correspondent exactement au nombre des contractions de l'ancienne vésicule restée dans le mérozoïte antérieur, qui était conservé dans la même goutte de liquide, et observé au même moment et à la même température de 16 degrés centigrades.

La faculté de régénération dépendant de la présence de tout ou partie du noyau dans le mérozoïte, il était intéressant d'examiner si la rapidité de cette régénération était en rapport avec la quantité de substance nucléaire, autrement dit le nombre des grains du noyau moniliforme conservé dans le fragment. Je dois dire que je n'ai observé aucune influence de cette nature. Quel que fût le nombre des articles nucléaires que contenait le fragment, les divers stades de la régénération se succédaient aux mêmes intervalles chez les divers mérozoïtes, en tenant compte, bien entendu des variations dépendant de la température et des différences individuelles. Dans l'impossibilité de donner ici des indications chronologiques s'appliquant à tous les cas, je me contenterai de rapporter un seul exemple pouvant être considéré comme un type de mes observations.

Un Stentor est divisé à dix heures et demie en deux fragments par une section transversale passant assez exactement par le milieu du corps. Le noyau a été divisé aussi par le milieu et chaque fragment contient six grains nucléaires. La température, au moment de la section, est de 18 degrés centigrades et se maintient sensiblement constante pendant toute la durée de l'observation. Nous ne considérons ici que les transformations du mérozoïte postérieur. Trois quarts d'heure à une heure après la section, on aperçoit à son extrémité antérieure, sur la face dorsale, et non loin du bord gauche du corps, la nouvelle vésicule contractile comme un espace rond et clair, large de $0^{mm},063$, à l'état complet de diastole. Les contractions, qui consistaient d'abord en des changements de forme assez lents, pendant lesquels la vésicule se rapetissait et s'agrandissait alternativement, sans exécuter de véritables pulsations, ont pris un rythme parfaitement régulier, quatre heures après la section. Vers ce même temps, on commence déjà à apercevoir au pôle antérieur du mérozoïte, où se voit la plaie produite par la section sous la forme d'un espace circulaire qui se prolonge un peu par une partie plus étroite sur la face ventrale, on commence, disons-nous, à apercevoir au bord dorsal de cet espace une rangée de cils plus longs et plus gros que ceux formant le revêtement ciliaire général. De même que ces derniers, les cils dorsaux s'agitent rapidement et en tous sens. Bientôt ils augmentent de grosseur et de longueur, leur rangée descend sur la face ventrale en formant une ligne courbe oblique, qui borde le côté gauche d'un espace allongé parcouru par des stries très fines et très serrées. Ce sont les stries du nouveau péristome, dont nous avons décrit plus haut le mode de formation par des dédoublements successifs des bandes granuleuses du triangle de Schuberg. Cette striation fine remonte peu à peu sur la partie apicale de la plaie, en se contournant vers le bord droit du corps parallèlement à l'arc ciliaire dorsal. Toute la surface de la plaie se trouve ainsi recouverte de stries fines indiquant que l'ectoplasme s'est régénéré dans la région lésée. L'aspect de ces parties se présente alors exactement comme chez un Stentor en voie de division spontanée. Dix heures se sont alors écoulées

depuis le moment de la section. Une heure et demie plus tard, le champ péristomien qui était fortement incliné sur la face ventrale était déjà très remonté vers le sommet du corps, et au bout d'un temps égal, il avait pris sa place définitive au pôle antérieur. Moins de ving-quatre heures avaient donc suffi pour la génération du mérozoïte en un Stentor complet. La même durée a été observée dans la plupart de nos autres expériences sur le *Stentor cœruleus*, et ce temps est parfaitement d'accord avec celui observé par Gruber chez la même espèce.

Nous venons d'examiner les phénomènes de régénération chez les deux fragments obtenus par une division transversale du corps. Examinons maintenant le cas où le mérozoïte est formé par la partie moyenne du corps, comprise entre deux sections dont l'une a retranché la partie antérieure, et l'autre la partie postérieure (I, *fig.* 2). On obtient ainsi une tranche horizontale médiane de l'animalcule primitif, qui ne renferme aucun des organes de celui-ci, sauf une portion variable du chapelet nucléaire. Cette portion de noyau peut n'être composée que d'un seul article, comme on le voit en m (I, *fig.* 2). Ce mérozoïte médian ne tarde pas à prendre une forme plus ou moins régulièrement sphérique (*fig.* 2, m^1). Pour que sa régénération ait lieu, il faut qu'il reconstitue à la fois une extrémité antérieure et une extrémité postérieure. Je ne décrirai pas en détail les diverses phases de cette reconstitution, pendant laquelle le mérozoïte médian se comporte comme nous venons de le voir pour les mérozoïtes antérieur et postérieur. Il suffit de jeter les yeux sur les figures m^2, m^3, représentant quelques-uns des stades de cette régénération pour s'assurer que ce cas n'est qu'une combinaison des deux cas précédents. Il n'exige pas un temps plus long que chacun de ces derniers : 20 à 24 heures suffisent pour que le segment moyen redevienne un Stentor complet Je noterai seulement ce fait intéressant que, quoique privé de ses deux extrémités, il reste constamment orienté dans ses mouvements comme lorsqu'il faisait partie de l'animal entier, et que cette même orientation s'observe aussi dans la régénération de ses extrémités. La figure 2 montre en p^1 — p^4 les diverses phases de la régénération du mérozoïte caudal, p.

Quoique celui-ci n'eût à reproduire que son extrémité antérieure, et renfermât quatre articles nucléaires, tandis que le mérozoïte moyen avait à régénérer ses deux extrémités et ne contenait qu'un seul article, la reconstitution complète n'a pas été plus rapide pour le premier que pour le second ; il n'a pas demandé plus d'un jour pour chacun. Gruber a observé également la facile régénération du segment formé par la tranche médiane du corps chez le *Stentor cœruleus*.

La manière dont les fragments nucléaires contenus dans les mérozoïtes se comportent pendant la régénération mérite une attention spéciale. De même que les autres organes, le noyau tend à prendre la même forme que chez les individus normaux, mais, contrairement aux premiers, le nouveau noyau ne naît pas de toutes pièces dans le plasma ; il ne se reproduit qu'à la condition que le mérozoïte ait conservé une portion, si petite qu'elle soit, ne fût-ce qu'un seul article, du noyau primitif. La régénération a lieu par la multiplication par division du ou des articles nucléaires. Cette multiplication est toujours un phénomène assez tardif ; elle ne commence que lorsque le mérozoïte a déjà reproduit tous ses autres organes : le péristome, la bouche, la zone adorale, la vésicule contractile. Chez le mérozoïte médian *m* de la figure 2, qui ne renfermait qu'un grain nucléaire unique, celui-ci s'était divisé en cinq grains nouveaux disposés en un court chapelet, le troisième jour qui suivit la section, et le mérozoïte postérieur, *p*, du même individu, qui au début contenait quatre grains du noyau primitif, en renfermait alors six.

Chez les individus normaux on n'observe point une multiplication aussi active des articles du noyau, dont le nombre augmente seulement de loin en loin par la division d'un quelconque des articles préexistants. Il faut en conclure que, pendant la régénération des mérozoïtes, le fragment de noyau qu'ils contiennent est le siège d'une excitation physiologique particulièrement active, excitation qui se manifeste par les régénérations organiques et la multiplication rapide de ses propres éléments.

Cette activité de l'énergie du noyau se traduit encore par un autre phénomène qu'on observe quelquefois. C'est une tendance du mérozoïte à se multiplier par fissiparité

presque aussitôt après qu'il s'est régénéré. Cette tendance ne dépasse ordinairement pas les premiers stades de la reproduction fissipare, et est bientôt suivie d'un retour à l'état de repos. On voit effectivement se produire chez l'animal régénéré tous les prodromes d'une future division : formation d'un nouveau péristome, d'une bouche, d'une zone adorale nouvelle occupant la même situation que chez les individus ordinaires s'apprêtant à se diviser (I, *fig*. 3, b^4). On observe, en outre, comme chez ces derniers, la fusion des articles du noyau en une seule masse placée vers le centre du corps.

Après avoir constaté ces faits, je m'attendais à voir la division se poursuivre jusqu'au bout et donner naissance à deux individus nouveaux. Aussi je fus fort surpris de voir un long temps d'arrêt succéder aux phénomènes qui viennent d'être décrits, puis tous les organes nouvellement formés disparaître graduellement par résorption, sans qu'il se fût produit la moindre trace d'une segmentation du corps en deux, comme on le voit dans la fissiparité normale après que se sont produites les modifications indiquées plus haut (*fig*. 3, b^5). L'animal, après une tentative avortée de division, reste décidément à l'état simple : il semble que l'excitation partie du noyau dépasse quelquefois son but, et qu'après avoir servi à réparer les pertes subies par l'organisme elle veuille recommencer sur nouveaux frais le même travail, mais s'épuise avant terme.

Quant à la résorption subséquente des organes surnuméraires, on dirait que la force plastique du noyau s'est en quelque sorte retirée de ces organes avant qu'ils se soient complètement individualisés et différenciés du plasma général ; que, ne pouvant encore vivre d'une vie propre, ils rentrent dans la masse commune dont ils faisaient naguère partie. Le noyau reprend aussi sa forme première en revenant à l'état de repos : la masse commune résultant de la fusion des grains nucléaires s'allonge d'abord en un cordon cylindrique, qui se renfle ensuite de distance en distance pour reconstituer un noyau moniliforme. Je dois dire que, dans quelques cas très rares, j'ai observé un léger étranglement du corps entre les deux péristomes, comme s'il s'apprêtait à se diviser, mais, au lieu de faire des progrès,

cet étranglement disparaissait peu à peu, et le corps reprenait son aspect primitif.

J'ai parlé plus haut de la multiplication des grains nucléaires que renfermait le mérozoïte au moment de la section. Les exemples suivants montrent les variations qu'on observe à cet égard d'un individu à l'autre. Pour les rendre plus démonstratifs, je les choisis pour la plupart chez des mérozoïtes n'offrant qu'un ou deux grains au début :

1° Mérozoïte transversal médian avec un seul grain au moment de la section, faite le 24 février ; le 27, il était complètement régénéré et renfermait un noyau de 5 grains. Le fragment postérieur du même individu, qui au début contenait 3 grains, en offrait 6 le même jour.

2° Mérozoïte postérieur : 2 grains le 30 mars, 1 heure soir ; le 31, 9 h. 1/2 matin, régénération complète avec un noyau de 4 grains dont un en voie de division.

3° Fragment latéral droit : 1 grain le 2 juin, 11 h. 1/2 matin ; le 3, noyau de 6 grains.

4° Fragment latéral postérieur : 1 grain le 4 juin, 4 heures soir ; le 5, au matin, 4 ou 5 grains ; le même jour à 8 h. 1/2 soir, le mérozoïte complètement régénéré présente des signes de division (formation d'un second péristome) ; les 5 grains nucléaires se sont fusionnés en trois masses arrondies, et celles-ci, à leur tour, en une seule masse à 10 heures soir ; le 6 au matin, le nouveau péristome était résorbé, et l'animal, redevenu parfaitement simple, présentait un chapelet nucléaire de huit articles. Il vécut encore plusieurs jours sans se diviser.

5° Mérozoïte postérieur : 4 grains au moment de la section, le 23 octobre 10 h. 1/2 matin (18° cent.) ; le même jour, 9 heures soir, la régénération est très avancée, mais le nouveau péristome est encore fort allongé sur la face ventrale ; les 4 grains nucléaires se sont fusionnés en deux grosses masses sphériques très rapprochées l'une de l'autre et situées vers le milieu du corps ; la fusion de ces masses en une seule n'a pas lieu ; elles s'allongent graduellement en un cordon cylindrique, puis variqueux et finalement moniliforme, à 10 heures soir. A ce moment, une légère constriction s'observe à la partie antérieure du corps comme

annonçant une division prochaine. Le lendemain tout indice de division a disparu, le mérozoïte a la forme d'un Stentor simple bien constitué, sauf que le péristome descend encore un peu bas sur la face ventrale. Le 26 au soir, sa forme est devenue complètement normale. Traité par la solution acétique de vert de méthyle, ce réactif met en évidence un beau chapelet nucléaire de douze articles, dont plusieurs présentent à leur côté un petit micronucléus.

Les exemples qui viennent d'être rapportés, pris parmi un grand nombre d'autres semblables, confirment donc ce que nous disions plus haut touchant la stimulation que le noyau ou plutôt les portions résultant de sa division reçoivent par le fait même de cette division. Cette stimulation se manifeste, d'une part, par la mise en jeu plus énergique de son influence plastique, d'où résultent les organes nouveaux auxquels le plasma donne naissance ; d'autre part, par l'activité plus grande des phénomènes de nutrition propres du noyau, dont la masse augmente et se divise en articles plus nombreux.

Examinons maintenant les modifications que l'on observe dans les mérozoïtes qui ne contiennent point de noyau.

Nous savons par les expériences de Gruber, rapportées dans notre premier travail (1), que les mérozoïtes sans noyau ne se régénèrent point chez le *Stentor cœruleus*, qui sous ce rapport se comporte comme les autres Ciliés. Mes observations personnelles confirment pleinement ce résultat, mais j'ai voulu savoir quelle était la durée de la survie et par quel mécanisme la mort survenait chez ces mérozoïtes sans noyau. J'ai déjà étudié ces faits en détail, dans mon premier Mémoire, chez divers autres Ciliés, et je les ai succinctement rappelés au début du présent travail. Il me suffira donc de faire connaître en peu de mots ce que l'on observe chez le Stentor.

La période d'excitation qui suit l'opération, et qui est si marquée chez d'autres Ciliés, notamment chez le *Cyrtostomum leucas*, où elle se manifeste par les mouvements rapides et comme désordonnés des mérozoïtes, qui semblent

(1) *Recueil zool. suisse*, t. V, 1888, p. 15.

avoir perdu la *conscience* de leur orientation (1), cette période, disons-nous, existe à peine chez les Stentors, qui sont des animaux lents et apathiques, aimant plus souvent à rester fixés par leur ventouse postérieure qu'à nager en plein liquide. Les fragments sans noyau ne diffèrent pas essentiellement, pendant cette première période, de ceux qui ont conservé une portion du noyau (I, *fig.* 3, a, a^1, a^4; *fig.* 4, a, a^1, a^2; III, *fig.* 21, 22, 23). Ils ferment leur plaie par le mécanisme que j'ai décrit plus haut, et, sauf l'irrégularité des mouvements due au changement survenu dans le centre de gravité, ils se comportent presque entièrement comme les individus normaux, après avoir traversé la courte période d'agitation du début. Les mouvements des cils adoraux et de ceux formant le revêtement ciliaire général, les contractions et les extensions du corps par l'action des myonèmes, les pulsations de la vésicule contractile continuent à se faire comme dans l'état normal. Lorsque le mérozoïte contient la bouche ou l'anus de l'individu primitif, il ingère des aliments, ou rejette au-dehors les masses excrémentitielles qu'il renfermait. On ne peut donc pas attribuer au défaut de nutrition la mort de ces fragments. La véritable cause de cette mort est la dégénérescence du plasma, qui s'annonce par sa vacuolisation, c'est-à-dire l'introduction en excès de l'eau ambiante. Le plasma prend un aspect spongieux, et les vacuoles, d'abord petites et nombreuses, forment par leur confluence de grandes cavités sphériques pleines de liquide (I, *fig.* 3, a^3, a^4). Ces cavités distendent le corps, qu'elles remplissent parfois presque tout entier en refoulant le plasma contre la cuticule. Les contractions de la vésicule deviennent irrégulières et entrecoupées de temps de repos de plus en plus prolongés. L'eau s'introduisant jusque dans le plasma cortical désorganise celui-ci et rend indistincte la striation

---

(1) Pendant cette période on observe fréquemment le phénomène auquel Perty a donné le nom de *diastrophie*, c'est-à-dire le renversement de la direction normale de natation, qui fait que l'animal nage à reculons. Ce phénomène est ordinaire même chez les individus normaux de certains Ciliés, et on l'observe chez les Stentors eux-mêmes assez souvent, mais il devient beaucoup plus marqué sous l'influence de l'excitation provoquée chez les mérozoïtes par l'opération qui leur a donné naissance.

produite par les bandes costales et les fibrilles contractiles ou myonèmes. Le plasma prend un aspect uniformément granuleux ou se rassemble en boules grisâtres au-dessous de la cuticule. Les gros cils du péristome sont les premiers qui s'arrêtent de battre, tandis que les cils fins de la surface du corps continuent à s'agiter et déterminent la lente rotation du corps autour de son axe. L'animal est devenu une masse sphérique, presque entièrement décolorée, dont cette rotation est le dernier indice de vie, jusqu'à ce que l'arrêt de tout mouvement indique qu'il a cessé de vivre.

Je n'ai jamais vu la survie des fragments sans noyau dépasser 24 à 48 heures chez le Stentor, tandis que chez d'autres Ciliés, par exemple le *Cyrtostomum leucas*, elle peut se prolonger pendant une semaine. Cette différence tient probablement à la grande épaisseur de la cuticule chez cette dernière espèce, cuticule qui est au contraire fort mince chez le Stentor, et par conséquent très apte à se laisser pénétrer par l'eau ambiante, qui produit ou du moins favorise la dégénérescence du plasma. L'imbibition doit se faire en outre par la surface de la plaie qui, ainsi que je l'ai montré par mes précédentes expériences, ne se ferme jamais par une véritable cicatrisation chez les mérozoïtes sans noyau, mais simplement par le rapprochement et l'accolement de ses bords (1). On peut se faire une idée de la cicatrisation d'une plaie produite par section longitudinale, en jetant les yeux sur notre figure 24, III. Le mérozoïte, entièrement régénéré le surlendemain de la section, montre à sa face dorsale une longue et large zone cicatricielle plus claire que le reste de la surface du corps. Dans cette zone, les côtes ectoplasmiques se sont déjà presque complètement reformées, elles sont seulement encore un peu plus pâles que les côtes avoisinantes, parce qu'elles sont encore peu chargées de granulations pigmentaires bleues ; on remarquera aussi qu'elles présentent encore dans la partie élargie du corps une solution de continuité sous forme d'une bande transversale homogène et incolore.

---

(1) Voyez notamment mes expériences sur le *Cyrtostomum leucas*, dans mon travail du *Recueil zool. suisse*, p. 52.

Il arrive assez fréquemment que les fragments, surtout lorsqu'ils résultent de divisions longitudinales ou obliques, se contournent après la section et prennent des aspects plus ou moins irréguliers et bizarres, certaines parties formant des crêtes ou des saillies mousses ou pointues plus ou moins prononcées, tandis que d'autres s'enfoncent sous forme de sillons ou de creux plus ou moins profonds (II, *fig.* 15, b^1, b^2; III, *fig*, 20, a^2, b^1, b^2). Toutes ces irrégularités disparaissent peu à peu, avec les progrès de la régénération, chez les fragments nucléés; elles persistent au contraire et s'accentuent même davantage jusqu'au moment de la mort chez ceux dépourvus de noyau. Cette observation prouve que le noyau n'est pas seulement nécessaire pour la reproduction des parties perdues, mais aussi pour la conservation de la forme typique de l'espèce en faisant disparaître les déformations accidentelles que le corps est susceptible d'éprouver dans le cours de la vie. Cette tendance à la conservation de la forme peut être considérée aussi comme une régénération, la régénération du type, car il ne s'agit pas ici de remplacer des organes disparus. On peut en dire autant de la cicatrisation de la plaie par la formation d'une couche ectoplasmique et d'une cuticule. Tous ces processus ne sont que des modes différents d'une même propriété vitale dont on doit placer le siège dans le noyau, puisqu'ils ne peuvent s'exercer qu'en sa présence. Nous ne discutons pas en ce moment la question de savoir quelle est la part qui revient dans ces phénomènes au protoplasma, s'il est aussi un centre d'action ou s'il n'est que la matière que le noyau pétrit à son gré. L'examen de cette question reviendra avec plus d'à-propos dans la partie générale de ce travail.

Gruber n'a pas, suivant moi, reconnu la différence dans la manière dont se comporte la plaie chez les mérozoïtes sans noyau et chez ceux avec noyau, car il emploie dans les deux cas la même expression : *Wundheilung*, pour désigner le processus qui en amène la fermeture, et qui consisterait dans le simple rapprochement des bords de la solution de continuité.

Nous distinguons au contraire la simple fermeture par accolement des bords, phénomène tout physique dû à

l'élasticité des couches extérieures du corps, aidée probablement d'une contraction active de ces mêmes couches, mais dans lequel le noyau n'a rien à voir, et la cicatrisation proprement dite, processus vital qui complète le premier et se traduit par une sécrétion s'opérant sous l'influence du noyau. Ce n'est que dans ce dernier cas que la plaie est suffisamment protégée contre les injures du milieu, qui pourraient altérer le plasma et rendre la régénération impossible. GRUBER a donc méconnu cette différence lorsqu'il avance que la cicatrisation de la plaie peut s'effec tuer même en l'absence du noyau.

(*A suivre.*)

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LA

PHYSIOLOGIE, LA MORPHOLOGIE ET LA PATHOLOGIE DES DIATOMÉES

Par le Dr P. MIQUEL

Nous abordons maintenant un nouveau sujet d'étude tout aussi important que ceux qui précèdent, car, si les conditions physiques qui favorisent l'évolution d'une cellule végétale ou animale sont essentielles à connaître, il n'est pas moins indispensable de se rendre un compte exact de l'action que peuvent exercer sur ces mêmes cellules les substances chimiques dont plusieurs leur sont utiles, indifférentes ou nuisibles.

Après l'eau ou une humidité toujours considérable, en dehors desquelles la vie des Diatomées est impossible, on doit considérer l'action qu'exercent sur ces algues les substances salines, dites minérales, ou mieux éléments nutritifs minéraux.

A côté de ces matériaux, nous étudierons les substances organiques assimilables par les Diatomées, nous en indiquerons la nature et le poids toujours très faible dont elles ont besoin pour se substanter. On sait que les Diatomées assimilent le carbone de l'acide carbonique, et dégagent de l'oxygène comme les plantes à chlorophylle verte ; les substances à donner à ces algues doivent donc être surtout azotées, et faire partie de la classe des corps quaternaires appelés albuminoïdes.

Passons d'abord rapidement en revue les substances chimiques toxiques pour les Diatomées. Il serait plus long que difficile de faire une étude complète sur ce sujet, aussi, pour ma part, je ne vois pas l'utilité de recherches très étendues

dans cette direction ; l'examen de l'action des poisons les plus connus sur ces algues siliceuses me semble suffire dans cette étude générale.

Il importe, au préalable, de définir ce que j'entends par substance *toxique ;* j'appelle ainsi : *tout corps chimique qui, ajouté sous un poids inférieur à* 1 : 1,000 *de la masse totale des cultures, suspend ou s'oppose au développement des Diatomées.*

Sans cette définition, évidemment conventionnelle, toutes les substances, même les plus nutritives vis-à-vis des Diatomées, pourraient être considérées comme toxiques à une dose élevée. Le sel marin, les sels alcalins et alcalino-terreux, la silice, les substances azotées extraites des graminées, etc., s'opposent à haute dose au développement de ces algues. Il en est, d'ailleurs, ainsi pour les champignons et les bactéries, car on sait fort bien que les saccharomycètes ne peuvent végéter dans les sirops quoique le sucre soit leur aliment de prédilection, et que les schizomycètes ne se développent pas sensiblement dans les bouillons de peptone trop concentrés. Il est donc utile, pour éviter la confusion, de limiter exactement le sens qu'on attache au mot *toxique.*

Les corps chimiques exercent leur toxicité sur les cellules végétales et animales de plusieurs manières :

1° En les *tuant*, et on conçoit alors que, sous une action aussi radicale, une culture ne puisse jamais donner lieu au moindre développement de microorganismes. Les corps puissamment toxiques capables d'anéantir la vie des cellules sont alors dits, selon les cas, bactéricides, microbicides, diatomicides ;

2° En *infertilisant* les milieux où les cellules vivent, dans ces conditions, beaucoup plus fréquentes qu'on le croit communément, la cellule n'est pas tuée, elle ne se développe pas par la raison que les milieux nutritifs ont cessé de lui convenir, autrement dit, que les échanges nécessités par les actes vitaux ont été rendus impossibles. Si, dans ce dernier cas, la substance toxique ajoutée à la culture est volatile, ou spontanément destructible (combinaisons diverses, oxydations, réductions, neutralisations, etc.), la vie peut renaître au bout d'un temps plus ou moins long dans la culture primitivement immobilisée.

Ces explications données, j'ajouterai qu'il existe, parfois, entre les *doses nutritives* et les *doses infertilisantes* de la même substance des *doses* que j'appelle *critiques* ou *altérantes*, qui ne s'opposent pas au développement de la cellule, mais peuvent lui imposer des conditions nouvelles d'existence, se traduisant par la formation de monstruosités et de productions anomales. J'ai donné aux cultures de ce genre le nom de *cultures tératologiques ;* chez les Diatomées mieux que chez les autres Thallophytes, ces modifications étranges sont plus aisément visibles, car elles s'impriment d'une façon indélébile sur l'enveloppe siliceuse du frustule.

Ces doses altérantes déterminent également des modifications profondes dans l'endochrome ; elles provoquent des scissiparisations irrégulières, ondulées quand elles doivent être rectilignes, qui livrent aux cultures des individus méconnaissables, de forme souvent réduite tant en dimension longitudinale qu'en dimension latérale, etc. ; ces modifications, je ne les considère pas comme appartenant à l'évolution naturelle d'une même espèce, mais comme montrant des exemples du travail préliminaire de l'adaptation des espèces au nouveau milieu dans lequel on les force à végéter. Par ces expériences, on arrivera, je crois, à créer des formes de Diatomées disparues, en réalisant les conditions qui présidaient jadis à leur nutrition, et, ce qui me paraît tout aussi intéressant, à créer, avec les espèces que nous avons actuellement sous la main, des types qui n'ont jamais existé, grâce à la faculté que nous avons de fabriquer des milieux qui ne se sont jamais rencontrés dans la Nature.

Mais revenons au sujet qui nous occupe.

Pour déterminer la dose *infertilisante* d'une substance toxique à l'égard d'une culture de Diatomées, il suffit de rechercher sous quel poids cette substance peut la suspendre ou la prévenir.

Pour trouver la dose *diatomicide* du même corps chimique, on le fait agir, pendant un temps plus ou moins long, à un degré de dilution variable, sur des Diatomées bien vivantes qu'on ensemence ensuite dans une macération convenablement nutrifiée, capable d'en favoriser normalement la multiplication ; si l'ensemencement reste

infécond, on a le droit d'affirmer que les Diatomées ont été tuées.

VI. — De l'action des substances toxiques sur les Diatomées

Action du sublimé corrosif

Quand on ajoute à une culture prospère de Diatomées la 1 : 300,000^{e} partie de son poids de bichlorure de mercure, les mouvements des Diatomées ne sont pas arrêtés, et l'incommodité qui résulte pour ces algues de l'addition de ce poison minéral à si faible dose est peu appréciable; si la culture est à son début, elle se continue et peut devenir très belle.

Au contraire, sous le poids de 1 : 100,000 de sublimé, les mouvements des Diatomées sont brusquement suspendus, mais ce défaut de locomotion n'est pas un indice de mort; la culture est frappée d'arrêt pendant quelques jours, puis la mobilité réapparaît, et la macération se peuple d'algues siliceuses normales, plus péniblement, cependant, que dans les milieux qui n'ont pas reçu de mercure. La vie des Diatomées ne redevient vraisemblablement possible qu'après la disparition du mercure, qui peut se combiner avec les matériaux de la macération.

Voici, maintenant, quelques essais effectués dans le but de déterminer le poids du sublimé qui s'oppose efficacement à la multiplication, même lointaine, des Diatomées.

Expérience I. — Quatre macérations pour cultures de Diatomées largement ensemencées avec de nombreuses espèces : des Encyonèmes, des Cyclotelles, des Nitzschies variées, des Synèdres, des Mélosires, des Fragillaires, des Surirelles, des Gomphonèmes, des Navicules, reçoivent respectivement : 1 : 100,000, 1 : 75,000, 1 : 50,000, 1 : 40,000 de sublimé corrosif, puis sont exposées à la lumière, dans d'excellentes conditions d'éclairement, avec deux cultures identiques n'ayant reçu aucune substance toxique.

Après une semaine d'attente, les cultures témoins sont devenues

magnifiques, tandis que les quatre autres ne présentent aucun phénomène apparent de végétation.

1° La culture contenant 1 : 100,000 de sublimé montre le 12e jour un léger dépôt jaune verdâtre, formé d'algues vertes de petites dimensions, des Nitzschies et de longs Synèdres en nombre assez restreint. Vingt-cinq jours après le début de l'expérience, la culture est devenue relativement belle, elle montre d'abondantes algues vertes, et beaucoup de Diatomées de formes grandes et petites, pleines de vitalité, ainsi que de nombreux Infusoires.

2° La culture, chargée de 1 : 75,000 de sublimé, débute quelques jours plus tard que la précédente, et ce qu'elle montre, tout d'abord, est un léger dépôt vert, qui va en s'accentuant et en jaunissant avec le temps. Au 25e jour, on aperçoit beaucoup d'algues vertes diverses, le plus habituellement unicellulaires, des Infusoires, et enfin des Navicules, des Nitzschies, des Gomphonèmes, des Synèdres et d'autres espèces vivantes, assez bien endochromées.

3° La macération additionnée de 1 : 50,000 de sublimé ne montre encore rien de visible le 20e jour. Une semaine plus tard, elle offre un dépôt verdâtre très faible, et le 40e jour, si ce dépôt a manifestement augmenté, on n'y découvre que des Chlorophycées se développant péniblement, des Diatomées *immobiles* irrégulièrement endochromées, pourtant vivantes, ainsi que le démontre quelques ensemencements, mais sans vigueur et végétant sur place très misérablement.

4° La culture contenant 1 : 40,000 de sublimé débute le 25e jour par un dépôt vert excessivement faible ; ultérieurement, 60 jours plus tard, elle présente quelques petites Diatomées à endochrome jaune très clair, et une petite Nitzschie qui paraît ne pas trop redouter ce degré d'intoxication. Quant aux beaux frustules, ils sont à peu près vides, et l'ensemencement prouve qu'ils ont péri.

Ainsi, il suffit d'additionner de 1 : 100,000 de sublimé les cultures des Diatomées pour retarder leur marche et exercer sur elles une action manifestement nuisible. Par des doses croissantes jusqu'à 1 : 40,000, on élimine successivement les frustules les uns après les autres, et on finit même par suspendre le développement de ces algues dans les macérations. Les Chlorophycées, quelques espèces de Cryptogames et d'Infusoires se montrent plus rebelles à l'action de cette substance toxique ; les bactéries y sont au contraire très sensibles, aussi avais-je espéré qu'un lavage des Diatomées avec des solutions à 1 : 20,000 de sublimé pourrait peut-être permettre aux expérimentateurs de se débarrasser des Schizomycètes ; mais j'ai vite reconnu

que le bichlorure de mercure, même à 1 : 20,000 ne tuait pas toutes les bactéries, touchait très peu à quelques races d'algues vertes, et touchait malheureusement trop aux belles Phéophycées qui nous occupent. Effectivement, la dose diatomicide du sublimé est comprise entre 1 : 30,000 et 1 : 40,000. Cependant, cette affirmation souffre quelques rares exceptions, car il existe quelques espèces frustulaires qui peuvent supporter 1 : 10,000 de sublimé et même davantage.

En voici un exemple :

Expérience II. — Trois cultures, très florissantes, riches en beaucoup de Diatomées, Cymatopleures, grandes et petites Navicules, Gomphonèmes, Fragillaires, Himantides, Diatomes vulgaires, Mélosires, Astérionelles, Synèdres, Surirelles et en petites Nitzschies, reçoivent respectivement : 1 : 30,000, 1 : 20,000, 1 : 10,000 de bichlorure de mercure ; puis, une heure après l'addition de ce sel, une parcelle du dépôt des cultures, bien agitées à plusieurs reprises, est ensemencée dans des macérations neuves stérilisées.

L'observation décèle les faits suivants :

1° La culture qui a reçu 1 : 30,000 de sublimé montre au bout d'un quart d'heure les Diatomées et les Infusoires complètement immobiles ; l'endochrome est rétracté dans beaucoup de cellules, mais il conserve encore sa couleur jaune. Après une heure cette rétractation est très irrégulière, et l'endochrome possède un aspect chiffonné. Plus tard la culture se décolore, le dépôt blanchit, mais au bout de 15 jours, au sein de ce dépôt blanc, apparaît une tache jaune brun dégageant des bulles d'oxygène, formées par de petites Nitzschies mobiles. Cette tache s'agrandit et envahit une partie du fond du vase ; il n'est pas aperçu d'autres Diatomées vivantes à côté de ces frustules lancéolés.

Les macérations ensemencées avec le dépôt soumis pendant une heure à l'action de la solution de sublimé à 1 : 30,000, offrent dans la suite des algues vertes, des Flagellés piriformes, mais non des Diatomées.

2° Les Diatomées de la culture traitée par 1 : 20,000 de sublimé possèdent au bout de 15 minutes l'aspect qui vient d'être signalé, et après une heure leur endochrome semble froissé et comme déchiré ; chez beaucoup d'espèces, sa couleur a considérablement pâli. Les jours suivants la culture se décolore et tout y paraît mort ; même après une attente de 2 mois, on ne peut y voir se développer des algues vertes ou des Diatomées.

Les macérations fraîches qui ont reçu primitivement le dépôt lavé avec du sublimé à 1 : 20,000 se chargent de quelques algues vertes.

3° La culture traitée par 1 : 10,000 de sublimé se décolore encore plus rapidement que les précédentes, et reste ainsi jusqu'au jour où elle est supprimée. Malgré cette couleur et cette dose relativement élevée de bichlorure de mercure, elle montre 30 jours après le début de l'expérience de petites Nitzschies vivantes et *mobiles*, pourvues d'un endochrome à peine coloré ; les algues vertes y sont excessivement rares.

Quant aux macérations ensemencées avec un peu de dépôt soumis pendant une heure à l'action d'une solution de sublimé à 1 : 10,000, elles se chargent avec le temps de quelques algues vertes parmi lesquelles il est impossible d'apercevoir la moindre Diatomée vivante, pas même la petite Nitzschie qui s'est développée dans la culture mère.

A l'exception de quelques Diatomées spéciales en nombre très restreint, et toujours les mêmes, qu'on voit également braver les excès de chaleur, les radiations lumineuses intenses, les milieux surchargés de substances salines, etc., les Diatomées ne peuvent vivre dans une macération, préparée en vue de leur culture, où le sublimé a été ajouté sous le poids de 1 : 40,000. Cette dose se montre à la fois infertilisante et diatomicide ; par contre, les Flagellés, les algues vertes et les bactériens sont beaucoup plus résistants.

Action du sulfate de cuivre

Les sels de cuivre passent, à bon droit, pour être moins antiseptiques que les mercuriaux, et dans mes recherches sur les bactéries j'ai trouvé qu'ils étaient environ 20 fois moins infécondants que ces derniers sels. J'ajoute que quelques moisissures sont peu sensibles aux sels de cuivre, car il m'est arrivé d'en voir croître dans des solutions saturées de sulfate cuprique. Une surprise m'attendait dans mes expériences, dirigées sur les Diatomées : le sulfate de cuivre s'est montré aussi violemment toxique pour ces algues que le bichlorure de mercure.

Dans mes premiers essais, j'avais préparé une série de cultures où les doses du sulfate cuprique s'échelonnaient de 1 : 1,000 à 1 : 10,000, mais, devant les résultats cons-

tamment négatifs qui ont été la conséquence de ces premières recherches, j'ai été amené à diminuer considérablement ces doses, et il ne sera rapporté ici qu'une seule expérience, celle qui permet de déduire le degré de toxicité du cuivre à l'égard des Diatomées.

Expérience III — Cinq macérations, ensemencées avec de belles Diatomées d'eau douce, reçoivent 1 : 10,000, 1 : 20,000, 1 : 50,000, 1 : 75,000 et 1 : 100,000 de sulfate de cuivre cristallisé et pur. Deux macérations semblablement préparées ne reçoivent rien.

Dès le 5e jour, les macérations témoins offrent déjà un commencement de culture, dans la suite deviennent très belles, et présentent à l'examen microscopique des Fragillaires, des Synèdres, des Nitzschies lancéolées et sigmées, des Mélosires, des Gomphonèmes, des Cyclotelles, des Amphores, etc., des Infusoires, des algues vertes, parmi lesquelles un splendide Clostère.

Les cultures intoxiquées eurent des sorts très divers.

1° La macération chargée de 1 : 10,000 de sulfate de cuivre ne présenta rien : ni algues vertes, ni Infusoires, ni Diatomées après une incubation prolongée durant 60 jours.

2° La macération chargée de 1 : 20,000 de cuivre resta également inféconde.

3° La culture qui avait reçu 1 : 50,000 de sulfate de cuivre montra, 25 jours après l'ensemencement, un dépôt vert très faible, au sein duquel on put distinguer quelques algues vertes, assez bien portantes, mais pas de Diatomées vivantes. Un examen attentif pratiqué 2 mois plus tard, ne permit de déceler que quelques frustules vides provenant de l'ensemencement.

4° La macération intoxiquée avec 1 : 75,000 de sulfate de cuivre offrit, vers le 12e jour, un dépôt vert léger, qui alla en s'accentuant et se montra constitué par beaucoup de Protocoques, de Chlorocoques, de Desmidiées, parmi lesquelles plusieurs Synèdres furent aperçus parfaitement endochromés et vivants (ce que prouvèrent les ensemencements), mais immobiles, ainsi que des filaments de Mélosires et de Fragillaires. Bref, la culture ne fut jamais florissante.

5° Au contraire, la macération chargée de 1 : 100,000 de sulfate de cuivre donna au bout d'une semaine un dépôt vert jaunâtre, où grouillaient de nombreuses Nitzschies, des Synèdres, et où les filaments de Fragillaires et des Mélosires, les Gomphonèmes, etc., se montraient très beaux et très fréquents.

D'après les divers essais que j'ai pratiqués, je reste encore embarrassé pour affirmer si les sels de cuivre sont

plus fortement infertilisants que les combinaisons solubles de mercure ; quoi qu'il en soit, ils démontrent que le degré de toxicité de ces métaux vis-à-vis des Diatomées est à peu de chose près identique, et c'est là ce qui doit véritablement nous intéresser.

Action des sels de zinc

Dans ces expériences, je me suis servi de sulfate de zinc pur cristallisé ; ce corps chimique est loin d'être pour les Diatomées un élément nutritif indispensable. Si le zinc favorise, d'après quelques auteurs, le développement de plusieurs végétaux inférieurs, notamment de certains champignons, il doit être considéré à dose pondérable comme funeste pour les Diatomées. A 1 : 5,000, il s'oppose au développement tant des algues vertes que des algues siliceuses ; à 1 : 10,000, quelques Chlorophycées peuvent croître péniblement dans les cultures ; à 1 : 20,000, le zinc s'oppose beaucoup moins au développement de plusieurs Infusoires et de certaines algues vertes ; c'est seulement à 1 : 40,000 qu'il permet aux Diatomées de croître d'une façon chétive dans les cultures.

Action des sels de fer

Les solutions ferriques introduites dans les macérations, s'y décomposent assez rapidement en donnant un précipité jaune d'hydrate de peroxyde de fer qui gagne le fond du vase sous la forme d'un dépôt floconneux, à peu près insoluble, capable de gêner le développement des Diatomées, lorsqu'il est trop abondant.

Ce précipité, introduit dans une macération par 1 : 1,000 de perchlorure de fer, s'oppose à la multiplication des Diatomées, alors que la culture ne présente pas de réaction acide. C'est pour ce motif que j'ai rangé les sels de fer au nombre des substances infertilisantes. Introduit sous le poids de 1 : 4,000, les algues vertes et siliceuses, les

Infusoires peuvent se multiplier dans les macérations, moins bien cependant que quand le poids du perchlorure de fer ajouté représente la 1 : 6,000e ou la 1 : 8,000e partie de la masse totale du liquide.

J'ai remarqué, j'ignore encore si c'est là un hasard des ensemencements, que les Diatomées filamenteuses : les Mélosires, les Fragillaires, semblent se complaire dans les flocons de peroxyde de fer, où se rencontrent de même des Nitzschies et des algues vertes.

Le fer n'est donc infertilisant qu'à dose relativement élevée (1 : 1,000 à 1 : 2,000), et il peut sous un poids faible être utile aux Diatomées ; c'est pour cette raison que je l'ai introduit dans la liste des substances contenues dans le liquide B, employé avec succès pour relever la teneur en éléments salins des eaux douces naturelles et de l'eau de mer, qu'on veut employer à la culture des Diatomées (1).

Action de l'acide arsénieux

L'acide arsénieux, peu toxique pour les algues vertes et certains champignons, est au contraire très vénéneux pour les Diatomées. Je consigne dans l'expérience IV la série des essais négatifs qu'a fourni cette substance, quand on fait décroître son poids de 1 : 500, dose tolérée par certaines algues vertes vulgaires; à 1 : 20,000, quantité, quarante fois plus faible, que ne supportent pas encore les Diatomées qui se montrent, ainsi, aussi fortement touchées par l'arsenic que par le sulfate de zinc.

Expérience IV. — Cinq macérations sont respectivement additionnées de 1 : 500, 1 : 1,000, 1 : 5,000, 1 : 10,000, 1 : 20,000 d'acide arsénieux pur, puis ensemencées avec une partie du dépôt d'une belle culture jaune très riche en toute espèce de Diatomées d'eau douce. Deux macérations témoins sont identiquement préparées, sans adjonction d'aucun antiseptique.

Dès le 8e jour ces deux dernières cultures sont superbes. Elles montrent, avec des Infusoires ciliés et quelques algues vertes, une

---

(1) *Le Diatomiste*, t. I, p. 94.

foule de Nitzschies, de Synèdres, d'Amphores, de Fragillaires, de Mélosires, de Gomphonèmes, de Cymatopleures, de Navicules et de Surirelles.

1° La culture contenant 1 : 500 d'acide arsénieux débute très péniblement le 14e jour : l'on aperçoit sur la paroi inférieure du flacon qui la contient quelques ilots verts qui s'agrandissent les jours suivants en donnant de belles végétations alguaires, vertes, formées d'articles rectangulaires ; aucune Diatomée vivante n'apparaît au sein de ce dépôt.

2° La culture chargée de 1 : 1,000 d'arsenic offre, après le même laps de temps, les mêmes algues vertes articulées, d'autres Chlorophycées, mais pas de Diatomées vivantes.

3° La macération additionnée de 1 : 5,000 d'acide arsénieux reste inféconde pour les Diatomées, mais elle nourrit de belles Desmidiées, des Protocoques, etc., et d'autres algues donnant des zoospores très mobiles.

4° Le même résultat est noté pour la macération qui a reçu 1 : 10,000 d'acide arsénieux ; les Diatomées provenant de l'ensemencement sont aperçues à l'état de frustules rares et vides d'endochrome.

5° Dans la culture titrant 1 : 20,000 d'acide arsénieux, les Diatomées ne peuvent toujours pas se développer, alors que plusieurs sortes d'Infusoires, surtout les Flagellés et les Rhizopodes, les algues vertes s'y développent à peu près comme dans un milieu normal.

Ce n'est qu'en portant à 1 : 30,000 et 1 : 40,000 le poids de l'acide arsénieux introduit dans les macérations qu'on peut voir apparaître quelques Diatomées, vivantes et mobiles, se multipliant d'une façon lente et pénible ; j'ajoute que les formes aciculaires et rostrées sont les Diatomées que j'ai vu se développer le plus aisément dans les milieux intoxiqués par l'arsenic.

Action des acides minéraux

Les acides sulfurique, chlorhydrique et azotique agissent, principalement, sur les Diatomées par l'acidité qu'ils provoquent dans les macérations. En effet, dès que ces corps chargent les milieux de cultures d'un degré d'acidité appréciable aux réactifs, les frustules siliceux ne se multiplient

pas. Si par le fait d'une neutralisation artificielle ou accidentelle (production d'un peu d'ammoniaque par les bactéries) ou de leur destruction par quelques cryptogames, les acides disparaissent, les Diatomées germent et se développent, et alors les cultures qu'on obtient sont parfois plus belles que celles des vases témoins, ce qui s'explique par le surcroît de minéralisation des milieux dus à la saturation de ces acides. Si, par exemple, 1 : 5,000 d'acides sulfurique, chlorhydrique et azotique sont saturés d'emblée ou quelques jours plus tard par les alcalis qui préexistent ou peuvent naître dans les macérations, les cultures, loin d'être compromises, seront, je le répète, plus belles que celles qui n'auront rien reçu du tout. Pourtant, il ne faut pas oublier que, si une semblable réaction ne peut se produire, et, par suite, si une acidité sensible persiste dans les macérations, on attendra vainement l'éclosion des Diatomées ; dans ce cas, seulement, les acides minéraux jouent le rôle de toxiques infertilisants. Plusieurs autres substances agissent différemment : une fois introduites dans un milieu nutritif, bien qu'elles cessent d'être à l'état de liberté, elles n'en continuent pas moins d'exercer sur le milieu une action néfaste qui ne disparaît jamais.

Retenons donc des lignes précédentes, qu'en règle générale, contrairement à ce qui s'observe pour certaines bactéries et pour de nombreuses moisissures, les Diatomées ne souffrent pas l'acidité. Néanmoins, j'ai pu voir ces dernières algues se développer dans des macérations acidifiées avec de l'acide tartrique, citrique et acétique, ajoutées à doses très faibles, renouvelées tous les 4 ou 5 jours, afin de maintenir la culture à un degré d'acidité capable de virer la teinture de cochenille faiblement alcalinisée.

Action de l'iode

Ce métalloïde est un infertilisant remarquable, bien qu'il entre en combinaison avec les éléments divers des macérations, quelques minutes après son addition. L'iode disparu, les cultures n'en sont pas moins pour toujours

immobilisées. Sous le poids de 1 : 1,000, les macérations ne peuvent donner lieu qu'au développement des algues vertes, les Diatomées commencent à croître quand le poids de ce corps simple atteint à 1 : 20,000 de la masse totale du milieu nutritif; et je dois ajouter que c'est le genre Nitzschie qu'on peut voir se multiplier dans une solution de sublimé à 1 : 10,000, qui supporte le plus aisément l'intoxication par l'iode. Au-delà de 1 : 30,000, l'action de ce corps n'est pas trop néfaste pour les algues siliceuses, et l'on doit ranger sa toxicité à côté de celles de l'acide arsénieux et des sels de zinc.

Action de l'acide borique.

Ce corps, pourvu d'une acidité faible, suspend le développement des Diatomées, sous le poids de 1 : 1,000, 1 : 2,000 et 1 : 3,000. A 1 : 5,000 il n'entrave pas la multiplication de ces algues ; néanmoins, les cultures qu'on obtient sont maigres, et les frustules souffreteux. Sous le poids de 1 : 10,000 d'acide borique, les cultures peuvent au contraire devenir très belles et posséder un aspect normal.

Action de l'acide phénique

L'acide phénique ou phénol, corps à peu près neutre aux réactifs, présente à l'égard des Diatomées une toxicité se rapprochant beaucoup de celle de l'acide borique. A 1 : 1,000, il entrave le développement des algues siliceuses ; à 1 : 5,000 il les gêne encore considérablement dans leur évolution ; enfin, sous le poids de 1 : 10,000 il ne les influence que faiblement. Mais, de même que les substances qui contiennent les éléments du carbone associés à ceux de l'eau (sucre, acides tartrique et acétique, alcool, etc.), le phénol fournit des cultures dans lesquelles l'endochrome des Diatomées est, à peu près, incolore, sinon tout à fait décoloré.

Action de l'acide sulfureux

Cet acide gazeux, amené à la surface des cultures des Diatomées, s'y dissout et détruit très rapidement tous les organismes qu'elles renferment. Les dépôts jaunes verdissent rapidement, puis blanchissent tout à fait en peu de jours, et les Diatomées sont tuées d'une façon irrévocable. Il suffit d'une heure pour que ce gaz ait accompli son action destructive, qui se borne, cependant, aux Phéophycées siliceuses, car un contact de 60 minutes des cultures avec l'acide sulfureux ne parvient pas à tuer toutes les algues vertes.

J'ai essayé l'action de plusieurs autres poisons sur les Diatomées, mais je juge inutile d'insister sur des expériences qui n'offrent, à mon sens, qu'un intérêt très secondaire ; toutefois, j'affirmerai encore que le camphre, les huiles essentielles diverses, à peine solubles dans l'eau, entravent complètement le développement des algues que nous étudions, tandis que les bactéries peuvent, encore, très bien croître dans ces milieux diversement antiseptisés. Il m'a paru plus important d'étudier l'action des anesthésiques sur les Diatomées, et cette étude fera l'objet du paragraphe suivant. Cependant, avant d'abandoner le chapitre des substances infertilisantes et diatomicides, je résume brièvement les faits qui viennent d'être rapportés :

1° Le mercure et le cuivre à l'état de sels solubles sont les agents infertilisants les plus puissants des milieux de cultures des Diatomées ;

2° L'acide arsénieux, les sels de zinc et l'iode métallique ont une action infertilisante légèrement inférieure à celle qu'exercent les combinaisons salines qui viennent d'être désignées ;

3° Les acides minéraux ne s'opposent au développement des Diatomées que par l'acidité qu'ils déterminent dans les milieux où on tente leur culture ;

4° Les acides phénique et borique, les sels de fer doivent être rangés dans la classe des infertilisants modérément actifs ;

5° Les huiles essentielles, malgré leur faible solubilité, s'opposent au développement des Diatomées.

VII. — De l'action des anesthésiques sur les diatomées

Les anesthésiques que j'ai fait agir sur les Diatomées sont au nombre de quatre : le chloroforme, l'éther sulfurique, le bromoforme et l'acide carbonique ; secondairement j'ai étudié l'influence qu'exercent sur ces algues les vapeurs d'iodoforme, d'iode, et les doses élevées du chlorhydrate de morphine. Je ne parlerai pas ici de ce dernier corps qui, même, à la dose de 1 : 100 ne peut s'opposer efficacement au développement des Diatomées ; pour ce motif, le chlorhydrate de morphine et beaucoup d'autres alcaloïdes végétaux, qu'on ne saurait considérer comme anesthésiques et toxiques pour les Diatomées, seront étudiés ultérieurement avec les substances nutritives ou indifférentes.

Dans les expériences consignées dans ce paragraphe, sauf pour l'acide carbonique qui a été dirigé au sein même de la macération déjà peuplée d'un très grand nombre de Diatomées, les cultures choisies parmi les plus belles étaient introduites dans un bocal clos où se trouvait un grand excès d'anesthésique, de façon que l'atmosphère du bocal fût constamment saturée à la température du laboratoire, de la substance qu'on désirerait faire agir.

La vapeur de l'anesthésique, pour exercer son action sur les Diatomées, devait donc d'abord entrer en solution dans l'eau de la macération, ce qui retardait le phénomène de l'empoisonnement, et permettait d'en étudier les phases progressives.

Action du chloroforme

Dans cette étude avec l'anesthésique par excellence, j'ai envisagé l'action pathologique et diatomicide qu'exerce ce

corps sur les Diatomées. J'ai étudié avec le plus grand soin comment ce toxique violent agissait sur les algues, comment ces dernières y réagissaient, et comment enfin elles mouraient sous l'action d'une anesthésie trop longtemps prolongée.

Les Diatomées soumises au chloroforme présentent les mêmes phases morbides que celles qu'on détruit par le froid et la chaleur ; d'abord les frustules deviennent immobiles, puis se remplissent de globules et lacs huileux, l'endochrome verdit, devient granuleux et finalement se décolore.

Expérience I. — Le 5 mars 1892, la culture n° 20 du 16 février, très belle, offrant un dépôt jaune doré, formé par des Synèdres, des Navicules, des Cyclotelles, des Nitzschies, des Gomphonèmes, des Surirelles, etc., et de beaux Infusoires ciliés, est plongée dans l'atmosphère d'un bocal contenant un grand excès de chloroforme. Pendant la durée de l'expérience, la température du laboratoire est, en moyenne, égale à 9°,5.

Au bout d'une demi-heure les globules huileux des Diatomées sont devenus très apparents ; des Nitzschies vulgaires et rostrées, quelques Navicules sont encore mobiles ; les Synèdres sont immobiles, il en est de même des Infusoires.

Après une heure d'immersion dans la vapeur chloroformique, toutes les espèces primitivement mobiles sont sans mouvement ; l'endochrome, encore jaune, est manifestement rétracté dans les gros frustules, les globules huileux sont devenus très gros et très visibles, même dans les petites espèces.

Au bout de 2 heures, l'endochrome des Diatomées est *vert*, les globules huileux sont énormes ; les frustules sont, comme on le pense, dans l'immobilité complète ; les algues vertes paraissent fortement touchées.

La culture est alors retirée du bocal, soustraite aux vapeurs de chloroforme et placée à la lumière du jour dans les conditions les plus favorables à la reviviscence des Diatomées.

Le 7 mars, 48 heures après la séance d'anesthésie qui a duré 120 minutes, l'endochrome *vert* des Diatomées est devenu *granuleux ;* les globules huileux ont considérablement diminué de volume ; on n'aperçoit aucune espèce mobile ; la culture paraît très malade, sinon tout à fait compromise.

Le 21 mars, le dépôt du vase est décoloré ; quelques globules huileux s'observent encore dans quelques frustules ; l'endochrome n'est plus nettement visible.

Le 7 avril, tout est bien mort ; Diatomées, algues vertes, champignons et Infusoires. La culture est supprimée.

Le chloroforme, bien que très peu soluble dans l'eau, agit, comme on voit, d'une façon très rapide sur les Diatomées ; il n'était pas douteux que le laps de temps de 2 heures employé pour détruire ces algues ne fût de beaucoup exagéré. J'ai tenu, cependant, à confirmer par une deuxième expérience, les résultats obtenus dans la première, et à échelonner de plus près mes observations.

Expérience II. — Le 12 mars 1892, la culture n° 11 du 16 février, contenant une grande quantité de Navicules, de Nitzschies, de Synèdres, de Mélosires, Fragillaires, Gomphonèmes, de Surirelles, d'Himantides, etc., vivants et bien endochromés, des Infusoires ciliés et des algues vertes, est introduite dans le même bocal contenant une couche de 1 centimètre de hauteur de chloroforme chimiquement pur. La température moyenne du laboratoire durant les deux heures et demie qu'a duré l'anesthésie a été voisine de 10° 3.

Au bout d'un quart d'heure, le dépôt de la culture est toujours d'un beau jaune ; les petites Nitzschies et Navicules sont mobiles, les Infusoires au contraire ont cessé de l'être. Les gros frustules offrent déjà un endochrome manifestement rétracté ; les globules huileux sont très apparents.

Une demi-heure plus tard, ces derniers globules sont devenus gros et nombreux dans la plupart des Diatomées ; quant à l'endochrome, il se montre rétracté dans toutes les espèces. Les Nitzschies aciculaires possèdent seules des mouvements appréciables, mais singulièrement affaiblis.

Trois quarts d'heure après l'exposition de la culture aux vapeurs du chloroforme, les globules huileux sont gros et très visibles dans les petits frustules, dont l'immobilité est maintenant absolue ; dans les grandes espèces, les corps huileux se sont transformés en véritables lacs qui semblent se fondre avec l'endochrome.

Au bout d'une heure, rien de nouveau à noter, si ce n'est que les globules huileux grossissent encore dans les petites Diatomées, et que l'endochrome commence à verdir.

Après 1 heure 30 minutes, le dépôt de la culture a manifestement verdi ; chez la plupart des espèces l'endochrome est *vert* et *granuleux*. Au bout de deux heures et demie, les phénomènes décrits ci-dessus se sont accentués : les granulations de l'endochrome, notamment, sont devenues plus nettement visibles.

La culture est alors soustraite aux vapeurs chloroformiques et exposée aux radiations lumineuses.

Le 28 mars, les algues vertes paraissent avoir autant souffert que les Diatomées ; ces dernières s'aperçoivent à l'état de frustules pleins d'un liquide incolore, où nagent encore quelques globules

huileux; les granulations de l'endochrome, devenu hyalin, sont plus difficilement perceptibles.

Le 12 avril, tout est mort, la culture est supprimée.

Il faut reconnaître que, si les algues vertes sont assez peu influencées par les toxiques les plus violents que la chimie a créés, elles sont aisément et profondément atteintes dans leur vitalité par des doses presque impondérables de chloroforme. Que les Diatomées, qui nous donnent sans cesse des preuves de leur extrême fragilité, soient très sensibles à l'action de cet anesthésique, cela ne saurait nous surprendre ; mais que les algues vertes, capables de croître dans des solutions contenant 2 et 3 pour 1,000 d'acide arsénieux, ne puissent réagir efficacement contre ce toxique, ce fait nous oblige à admettre que le mode d'action du chloroforme sur la vie de la cellule est spécial et tout particulier. Une chose restait à déterminer : le temps qu'il faut aux vapeurs chloroformiques pour devenir diatomicides? La réponse à cette question est donnée par l'expérience III.

Expérience III. — Le 22 mars, quatre cultures A, B, C, D, très belles et très riches en Diatomées, sont disposées simultanément dans un bocal contenant un excès de chloroforme.

La culture A y séjourne 15 minutes,

»	B	»	30	»
»	C	»	45	»
»	D	»	60	»

A leur sortie successive du bocal, les cultures chloroformées sont exposées à la lumière du jour, dans des conditions pouvant faciliter aisément leur retour à la vie

1° La culture A est redevenue fort belle au bout de 8 jours : les Infusoires ciliés qu'on y observe sont parfaitement vivants ; les Diatomées s'y montrent très mobiles, au nombre de ces dernières on aperçoit : beaucoup de Surirelles, de Gomphonèmes, d'Amphores, de Synèdres, de Nitzschies, de Cymatopleures parfaitement endochromés. Les espèces vivant dans la culture A ont donc été anesthésiées sans grand dommage.

2° La culture B, qui a séjourné 30 minutes dans les vapeurs de chloroforme, montre, les jours suivants, un dépôt verdâtre, ce qui est l'indice certain que les Diatomées, fortement atteintes, ont perdu la prépondérance dans la culture, et cédé le terrain aux Chlorophycées. L'examen microscopique vient d'ailleurs corroborer cette

supposition : toutes les Diatomées de grandes dimensions : Navicules, Cymatopleures, Cymbelles, Pleurosigmes, longs Synèdres, Surirelles et grandes Nitzschies, sont décolorées, leur endochrome fortement rétracté laisse apercevoir de nombreuses gouttes huileuses ; seules les petites Nitzschies sont mobiles. Les algues vertes unicellulaires, globuleuses, en fuseaux et en croissants, sont très abondantes et prospères.

Dans la suite, les gros frustules n'ont jamais réapparus, les petites Nitzschies, au contraire, ont continué à se multiplier.

3° La culture C, exposée au chloroforme pendant 45 minutes, offre au bout d'un mois un dépôt blanc, au sein duquel les algues vertes et les Diatomées sont trouvées privées de vie. Il n'est aperçu dans les préparations que plusieurs Flagellés très mobiles et de nombreuses bactéries vivantes.

4° La culture D, restée 1 heure sous l'action des vapeurs du chloroforme, présente encore plus rapidement que la culture précédente des signes d'une destruction définitive.

En somme, le chloroforme doit être considéré, vis-à-vis des cultures des Diatomées, comme un anesthésique très actif durant les 20 à 30 premières minutes, et comme un agent destructeur puissant et certain à partir d'une demi-heure.

En ajoutant des solutions titrées de chloroforme à de belles cultures de Diatomées, on arrive à se convaincre que l'addition de 1 : 3,000 de cette substance pure correspond à une anesthésie prolongée pendant plus d'une demi-heure ; c'est-à-dire à une dose mortelle pour les algues siliceuses qui font plus spécialement l'objet de mes études.

Action de l'éther sulfurique

L'éther sulfurique, ou mieux l'oxyde d'éthyle, se montre à l'égard des animaux supérieurs un anesthésique bien moins puissant que le chloroforme ; d'autre part, on n'ignore pas, également, qu'il est beaucoup plus volatil que ce corps, et beaucoup plus soluble que lui dans l'eau ; autrement dit, dans des temps égaux, les cultures liquides des Diatomées se chargent d'une quantité plus élevée d'éther sulfurique que de chloroforme. On était, dès lors,

en droit de supposer que la quantité du toxique pouvait compenser son défaut d'activité sur les cellules vivantes. Les faits démontrent que cette supposition n'est pas justifiée, qu'il faut aux cellules végétales des quantités énormes d'éther pour les tuer, et même simplement pour les anesthésier.

Expérience IV. — Le 8 mars 1892, la culture n° 13 du 16 février contenant de magnifiques Diatomées pleines de santé et de vigueur, de beaux Infusoires, parmi lesquels de nombreux Rhizopodes, et fort peu d'algues, est plongée dans un récipient clos contenant une forte couche d'oxyde d'éthyle pur à 62°. La température moyenne du laboratoire pendant les 3 jours que dure l'expérience est environ égale à 10°.

Après 30 minutes d'immersion dans le récipient, les Diatomées et les Infusoires sont parfaitement mobiles, l'éther ne paraît pas les avoir influencés d'une façon sensible.

Une heure plus tard, même résultat.

Deux heures après, les Nitzschies, les Navicules, les Synèdres, se meuvent aisément ainsi que les Infusoires. L'endochrome des frustules paraît normal.

Vingt-quatre heures après le début de l'expérience, la culture, qui a toujours séjournée dans une atmosphère saturée d'éther, possède la plupart de ses Diatomées vivantes, mobiles et bien endochromées. Les Amibes se meuvent et se nourrissent.

Au bout de 48 heures de séjour dans les mêmes vapeurs, les grands comme les petits frustules sont chargés de globules huileux volumineux, beaucoup de petites Nitzschies sont encore mobiles; les Diatomées de grande forme ne présentent pas de mouvements bien appréciables.

Enfin, après 3 jours, la culture est retirée du récipient et placée à la lumière du jour. A ce moment, les gouttes huileuses des grandes Diatomées sont transformées en lacs irréguliers ; les petites formes contiennent de grosses gouttes ; l'endochrome est rétracté, mais resté jaune ; dans quelques cas, il est pourtant décoloré comme chez la plupart des algues vertes ; l'immobilité de toutes les cellules est absolue ; les Amibes sont devenues sphériques.

Après 17 jours d'exposition dans l'atmosphère ordinaire, le liquide de la macération possède encore une très légère odeur d'éther ; le dépôt est entièrement devenu blanc, et ce qui reste d'endochrome incolore dans l'intérieur des frustules possède l'aspect granuleux.

Le 12 avril, tout est mort dans la culture, sauf quelques bactériens.

Il suffit de lire attentivement les résultats fournis par les expériences III et IV pour se rendre compte de la grande différence de toxicité qui sépare le chloroforme de l'éther sulfurique : le premier anesthésique tue les Diatomées en moins d'une heure ; le second, bien que plus soluble, autrement dit bien qu'administré en plus grande quantité, ne peut parvenir à les détruire toutes en 48 heures. J'estime que l'éther sulfurique est 80 fois moins toxique pour les Diatomées que le chloroforme.

Action du bromoforme et de l'iodoforme

Le premier de ces corps est liquide, peu connu et peu employé ; il possède une odeur moins suave que celle du chloroforme, et se montre moins soluble et moins volatil que lui.

Le second est très connu des chirurgiens qui l'emploient dans les pansements, il est très peu volatil, bien qu'il répande une odeur safranée très désagréable, caractéristique. On considère comme très antiseptiques les vapeurs qu'il émet, même à la température ordinaire ; sa solubilité dans l'eau est des plus faibles.

Les deux expériences que je rapporte plus bas ont été instituées dans le but de contrôler celles que j'ai pratiquées avec le chloroforme, et d'écarter encore davantage les phases de déchéance vitale des Diatomées sous l'action des anesthésiques. Il était d'ailleurs curieux d'étudier sur ces algues l'influence de l'iodoforme qu'on proclame être un puissant bactéricide, réputation qui n'est pas d'ailleurs usurpée.

Expérience V. — Le 14 mars, la culture n° 32 du 16 février contenant des Nitzschies variées, entre autres la forme aciculaire, des Synèdres, des Surirelles, des Gomphonèmes, des Cymatopleures, de grosses Navicules et divers Infusoires, est introduite dans une atmosphère saturée depuis quelque temps de bromoforme. La température moyenne du laboratoire est voisine de 11°, 3.

Au bout d'une demi-heure, aucun changement sensible ne peut être aperçu dans la culture.

Au bout d'une heure, même remarque ; cependant, les algues vertes semblent s'être un peu décolorées.

Au bout de 2 heures, rien de spécial à signaler, toutes les espèces conservent leur physionomie normale ; on note pourtant une légère rétraction de l'endochrome, dans quelques grandes Diatomées.

Au bout de 4 heures, les globules huileux ont sensiblement grossi dans les frustules, dont l'endochrome s'est partiellement rétracté, les Amibes sont devenues globuleuses ; les Infusoires sont immobiles, mais non déformés ; les Nitzschies, surtout la forme aciculaire, parcourent en tous sens la préparation.

Après 20 heures de séjour dans la vapeur de bromoforme, l'endochrome des Diatomées, est comme celui des algues vertes, entièrement décoloré et finement granuleux ; plus de frustules mobiles, le dépôt de la culture est devenu blanc.

La culture replacée à la lumière ne revient jamais à la vie ; dans la suite, il n'a pas été possible d'y apercevoir une Diatomée ou une algue verte vivante.

Eu égard au peu de volatilité et de solubilité du bromoforme, je crois qu'on doit considérer cette substance comme aussi toxique que le chloroforme ; en tout cas, elle possède un pouvoir décolorant beaucoup plus énergique que le sien.

Expérience V. — Le 18 mars, la culture n° 16 du 16 février, très belle et en pleine prospérité, est placée dans un bocal contenant une couche d'iodoforme.

Au bout d'une heure, la culture n'a pas été modifiée d'une façon appréciable. Les Infusoires, eux-mêmes, sont restés vivants.

Trois heures plus tard, rien n'est mobile, si ce n'est les Infusoires.

Le 19 mars, tout semble sommeiller dans la culture, les Diatomées et les Infusoires n'offrent pas de mouvements propres.

La macération est toujours laissée dans l'atmosphère saturée de vapeur d'iodoforme.

Le 21 mars, vraisemblablement par suite d'une accoutumance, les Diatomées et les Infusoires sont redevenus mobiles.

Le 24 mars, 6 jours après le début de l'expérience, les gouttes huileuses sont nombreuses et très apparentes dans toutes les Diatomées, dont l'endochrome est rétracté, et la mobilité nulle ; au contraire, les Amibes et les Protozoaires ne paraissent aucunement incommodés.

Le vase qui renferme la culture est sorti de l'atmosphère iodoformé et placé à l'action des radiations lumineuses.

Le 29 mars, les algues vertes et les Diatomées sont décolorées ; l'endochrome de ces dernières est hyalin et granuleux, les frustules renferment des amas huileux très irréguliers ; les Infusoires sont vivants.

Le 16 avril, les Infusoires seuls ont résisté à l'iodoforme, les algues vertes sont totalement décolorées, les algues siliceuses sont mortes et renferment un protoplasme hyalin granuleux.

Dans cette expérience, se présente un fait assez curieux: l'iodoforme, qui a peu touché aux cellules vivantes durant les premières heures, semble les influencer encore beaucoup moins les jours suivants; mais à la longue, sans doute par suite de l'accumulation du toxique dans le liquide de la culture, il amène leur destruction. Les Infusoires, chose surprenante, ont échappé à l'action néfaste de l'iodoforme prolongée pendant 6 jours.

L'iode, qui est moins volatil que l'iodoforme, agit sur les êtres microscopiques qui nous occupent avec une énergie autrement puissante.

Expérience VI. — Le 15 mars 1892, la culture n° 25 du 16 février, riche en Navicules, Surirelles, Synèdres, Cyclotelles, Nitzschies, Pleurosigmes, Amphores, Astérionelles, Fragillaires, Himantides, Mélosires, en Infusoires et Amibes, est placée dans un bocal sur un lit d'iode en paillettes. La température du laboratoire durant l'expérience est en moyenne de 11°. A ce degré de chaleur relativement bas, on aperçoit dans le bocal, qui est de verre, une atmosphère légèrement teintée en violet.

Une demi-heure plus tard, toutes les espèces sont vivantes y compris les Infusoires. L'endochrome des Diatomées est normal.

Une heure et demie après, même remarque.

Trois heures et demie après, de nombreuses et grosses gouttes huileuses s'aperçoivent dans tous les frustules, les Amibes sont devenues sphériques, et les Infusoires ont perdu leur mobilité.

La culture passe la nuit dans les vapeurs d'iode.

Après 20 heures, le liquide de la macération a contracté une teinte légèrement jaunâtre. Les gouttes huileuses des frustules sont énormes, et dans les grandes Diatomées l'endochrome est devenu blanc verdâtre et granuleux. Pas d'espèces mobiles ni d'Infusoires vivants.

La culture, soustraite à l'iode et replacée à la lumière, montre plus tard des filaments mycéliens, quelques bactéries et des Flagellés de petite taille, mais les algues vertes, les Diatomées, les Infusoires et les Rhizopodes ont été tués.

Je n'ai pas poussé plus loin l'étude des poisons volatils sur les Diatomées ; j'ajouterai cependant que j'ai essayé sur elles l'action du chlorhydrate de cocaïne, d'un anesthé-

sique récent et dangereux, beaucoup trop à la mode. A 1 : 1,000, le chlorhydrate de cocaïne suspend la mobilité chez les Diatomées, à 1 : 3,000 son action sur leurs mouvements n'est pas appréciable.

Il me restait à faire agir sur les Diatomées un gaz peu corrosif par lui-même employé quelquefois pour anesthésier quelques organes ; je veux parler de l'acide carbonique qui est, de même, un aliment pour les Diatomées, car c'est à lui qu'elles empruntent la plus grande partie du carbone qui entre dans leur constitution.

Expérience VII. — Une culture de la plus belle apparence, offrant un dépôt jaune d'or et, montrant des Diatomées vigoureuses très mobiles, reçoit pendant 3 heures, bulle à bulle, un courant barbotant d'acide carbonique pur et sec.

L'examen microscopique pratiqué au bout de ces 3 heures montre les Diatomées dans l'immobilité la plus complète ; le dépôt qui a été soulevé et agité et s'est reformé au fond du vase offre la couleur jaune foncé primitive. L'endochrome des espèces siliceuses ne paraît avoir subi aucune modification.

Du reste, après quelques jours de repos, la vie reprend dans la culture, les espèces se meuvent et continuent à se multiplier.

Comme les bulles de gaz dirigées à travers la macération avaient entraîné les Diatomées dans une agitation incessante, peut-être nuisible pour elles, une semblable expérience fut recommencée avec de l'air ordinaire. Après 3 heures de barbotement, les Diatomées n'avaient pas perdu leur mobilité ; donc, c'est bien à l'acide carbonique et non à l'agitation qu'il faut attribuer le phénomène morbide passager qu'elles ont présenté.

En résumé, je suis en droit d'affirmer :

1° Que le chloroforme est un puissant toxique pour les Diatomées ;

2° Que les vapeurs de bromoforme et d'iode leur sont de même très nuisibles, mais à plus longue échéance ;

3° Que les vapeurs d'éther sulfurique et d'iodoforme sont bien moins redoutables pour elles ;

4° Enfin que l'acide carbonique n'est pour les Diatomées qu'un anesthésique d'une action passagère.

A cette étude, peut être trop longue, mais certainement monotone, va en succéder une nouvelle beaucoup plus intéressante : celle des substances utiles ou indispensables à la vie des Diatomées.

UNE NOUVELLE SERINGUE A INJECTIONS (1)

DU

Dr G. BECK, de Berne

Le principe de cette seringue est celui qui a déjà été réalisé dans nombre d'autres modèles (Voir *fig.* 1).

Corps de pompe aspirant et injectant B qu'il n'est point nécessaire de stériliser, et cylindre-seringue A en verre, facile à enlever et à stériliser.

Ce cylindre de verre a la forme de celui de Stroschein ; à sa base se trouve aussi une ouverture capillaire qui permet à la pression existant dans le corps de pompe de se communiquer à l'intérieur du cylindre.

Un écrou à vis I sert à comprimer un anneau de caoutchouc B qui serre le cylindre-seringue A dans le corps de pompe B.

Cette seringue, comparée à celle de Stroschein, a l'avantage de posséder une fermeture beaucoup plus exacte et plus sûre.

Elle a sur le modèle que j'ai décrit (voyez ces *Annales*, septembre 1891) l'avantage que l'ajustage du cylindre-seringue est plus facile, et que le fonctionnement en est plus régulier.

Le seul défaut qu'on puisse lui reprocher est que l'air n'est pas filtré, ce qui, dans certains cas, pour des expériences bactériologiques très exactes, peut avoir un inconvénient.

Pour la clinique et la pratique médicale, cette seringue est au contraire appelée à rendre de grands services par la simplicité avec laquelle le cylindre-seringue peut être stérilisé et adapté.

---

(1) *Illustrich Monatschrift der ärztlichen Polytechnick*, april 1892, p. 131. Brevet K. A. P, n° 2501.

Chaque seringue ayant plusieurs cylindres de verre de rechange, on aura l'avantage de pouvoir faire plusieurs injections de suite avec des substances différentes.

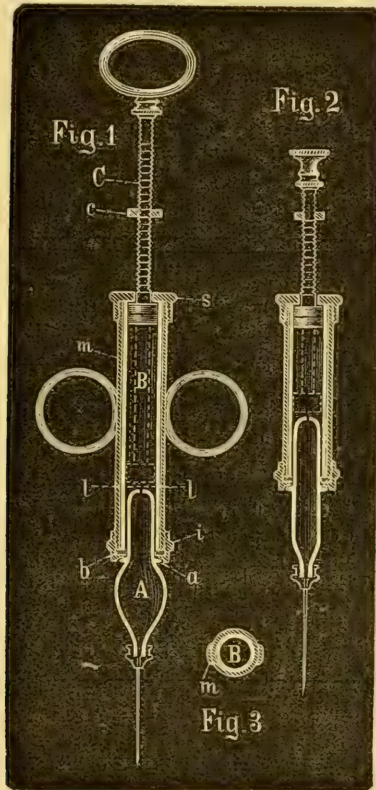


Fig. 1. — Seringue de 2 centimètres cubes. — *Fig.* 2. — Seringue de 1 centimètre cube. — *Fig.* 3. — Coupe du corps de pompe.

Elle est construite par G. Klöpfer, fabriquant d'instruments à Berne.

La seringue de 1 centimètre cube de contenance coûte 10 francs avec 3 cylindres-seringues de rechange ; celle de 2 centimètres cubes de contenance coûte 15 francs.

Chaque cylindre seul coûte 50 centimes.

Dr Tavel.

REVUES ET ANALYSES[1]

HENRI VAN LAER. — **Contributions à l'histoire des ferments des hydrates de carbone** (Bacille des bières tournées) (*Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, t. XLVII, 1892).

M. van Laer expose dans une monographie pleine d'intérêt ses recherches sur la bactériacée filamenteuse découverte par M. Pasteur dans les bières dites *tournées*. Après avoir isolé ce bacille à l'état de pureté, au moyen de la bière gélatinisée, M. van Laer démontre par des expériences directes que c'est bien à ce microorganisme qu'on doit attribuer la maladie de la tourne. Ce bacille appelé par ce savant *Saccharobacillus Pastorianus* se montre facultativement aérobie et anaérobie ; le milieu le plus favorable à sa culture est le moût de bière non houblonné; le moût houblonné s'oppose à son acte fermentaire complet, le retarde et le suspend. Ce même bacille croît très péniblement dans les liquides nutritifs minéraux ; il ne peut se développer sur la plupart des milieux nutritifs chargés de substances peptonisées et albuminoïdes employées en bactériologie ; le moût de bière gélatinisé ou légèrement alcoolisé est, au contraire, plus favorable à sa multiplication, qui n'est, nonobstant, jamais très active.

Le *Saccharobacillus Pastorianus* est tué par une température comprise entre 55 degrés et 60 degrés. Bien que vivant ordinairement dans les liquides acides, il préfère les milieux neutres ou légèrement alcalins. L'acide sulfureux entrave son développement, à une dose suffisamment élevée ; l'acide salicylique sous le poids de $0^{gr},04$ p. 100 ; la saccharine sous celui de $0^{gr},05$ à $0^{gr},06$ p. 100. Quant au rôle chimique de cet organisme figuré, M. van Laer a déterminé avec soin que les produits résultant de son action sur le sucre sont surtout : l'acide lactique, l'alcool et d'autres acides volatils qu'il a dosés dans ses essais, en acide acétique. Ce travail si utile et si instructif pour les industries des boissons fermentées comporte de nombreuses conclusions qu'on peut ainsi résumer :

Le bacille filiforme décrit par M. Pasteur dans ses *Études sur la bière* est bien l'agent principal des bières tournées.

---

(1) Les travaux qui rentrent dans le cadre des *Annales de micrographie* seront analysés au fur et à mesure de leur réception au bureau du journal.

Parmi les différents caractères morphologiques du *Saccharobacillus Pastorianus*, les plus importants résident dans la forme microscopique, dans la lenteur excessive du développement de ses colonies, dans l'altération caractéristique (tourne) produite dans un grand nombre d'infusions organiques.

Les acides sulfureux et salicylique, la saccharine, les principes extractifs du houblon exercent, comme on vient de le voir, une action défavorable sur le *Saccharobacillus*, tandis que l'acide carbonique, le chlorure de sodium et l'alcool ont, au contraire, peu d'influence sur son développement.

Le *Saccharomyces cerevisiæ* peut se développer concurremment avec lui; les parasites bactériens, qui parfois se trouvent dans le moût de bière, contrarient son action.

Le *Saccharobacillus Pastorianus* est un ferment des hydrates de carbone. Il effectue la fermentation du saccharose, sans inversion préalable. On n'a trouvé de sucrase ni dans ses liquides de culture, ni dans l'intérieur de ses cellules. Dans la fermentation qu'il détermine, la matière hydrocarbonée se dédouble directement en acides lactique, acétique et alcool; il se forme, aussi, des traces d'acide formique et quelques autres produits homologues de la série grasse. Dr M.

Prof. E. Perroncito. — De l'emploi de la viande du bétail tuberculeux (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 429).

Les opinions varient encore beaucoup au sujet du danger présenté par l'emploi, dans l'alimentation, de la viande d'animaux tuberculeux. Ainsi, M. Arloing, en inoculant du jus de viande d'animaux tuberculeux, est arrivé au résultat que la chair d'un sixième de ces animaux serait capable de communiquer la phtisie. M. Perroncito, au contraire, a toujours défendu l'opinion que l'emploi de cette viande ne présente guère de dangers et citait à l'appui le résultat négatif de ses propres expériences. Il vient de refaire une nouvelle série de recherches à ce sujet qui confirment ses premiers résultats. La viande servant aux inoculations provenait d'animaux séquestrés en raison des lésions avancées qu'ils présentaient. Plus de 200 lapins et autant de cobayes furent inoculés sous la peau ou intrapéritonéalement avec du jus de viande. Aucun de ces animaux, tués après 1 1/2-3 mois et plus ne présenta de signes de tuberculose. Deux bœufs inoculés sous la peau avec du jus de viande restèrent indemnes. Quatre porcelets de race italienne de 6 mois, nourris pendant 4 mois avec de la viande tuberculeuse, ne présentèrent, à l'autopsie, aucune trace de tuberculose. Il en fut de même de 12 autres de ces animaux, âgés de 2 mois, et nourris pendant 5 mois avec de la viande tuberculeuse Deux por-

celets du Yorkshire, nourris de la même façon pendant 3 mois, ne s'infectèrent pas non plus. Plus tard, on leur fit même manger sans plus de succès des intestins de bœuf contenant des tubercules. Voilà qui fera la joie des éleveurs de bétail, pour lesquels une interdiction absolue de toute viande tuberculeuse constituerait un sérieux dommage ! Seulement, il ne faut pas oublier que, malgré les résultats négatifs de M. Perroncito, les expériences positives d'autres auteurs conservent toute leur valeur. Aussi, n'est-ce pas pour intervenir dans le débat, dans un sens ou dans l'autre, que nous citons le travail de M. Perroncito, mais uniquement pour apporter de nouveaux documents destinés à éclaircir un jour ce problème.

E. F.

Prof. E. Perroncito. — **L'immunité acquise pour les vaccinations charbonneuses protège-t-elle contre la tuberculose** (*Centralblatt für Bakteriologie,* XI, p. 431).

M. Perroncito ayant remarqué que, dans des étables où l'on avait introduit la pratique des vaccinations anticharbonneuses, la tuberculose, qui faisait périr chaque année un certain nombre d'animaux, cessait en même temps que la maladie charbonneuse, s'est demandé si l'immunité contre le charbon créait peut-être aussi un état réfractaire à l'égard de la tuberculose et même la guérissait. Pour élucider ce point, il fit les expériences suivantes :

Deux vaches furent vaccinées contre le charbon et inoculées plusieurs fois avec du charbon virulent pour renforcer leur immunité. Elles furent alors inoculées avec des cultures pures de tuberculose. Deux mois et demi plus tard, ces vaches furent tuées et trouvées indemnes de toute manifestation tuberculeuse. Une vache atteinte de tuberculose diffuse fut vaccinée contre le charbon et saturée de virus charbonneux. Après 2 mois on trouva tous les tubercules calcifiés. Des inoculations pratiquées avec les tubercules paraissant les plus récents sur des cobayes et des lapins restèrent sans effet. Une autre vache tuberculeuse fut vaccinée de la même façon et laissée en vie ; elle parut se rétablir visiblement et donne actuellement beaucoup de lait. Un veau qu'elle mit au monde après la vaccination, commença à tousser plus tard ; on le vaccina contre le charbon et il est actuellement bien portant. Enfin 4 lapins furent rendus réfractaires au charbon d'après la méthode Pasteur, et soumis à une inoculation de virus fort et inoculés après 16 jours avec de la tuberculose. Un mois après, les glandes situées près du point d'inoculation étaient gonflées ; on leur fit alors une nouvelle inoculation charbonneuse, mais ils y succombèrent en 42 et 50 heures, ce qui prouve que leur immunité à l'égard du charbon n'existait plus à ce moment et expliquerait le développement de la tuberculose.

Ces faits sembleraient prouver, d'après M. Perroncito, qu'un état réfractaire à l'égard du charbon empêche la tuberculose de se développer ou qu'elle rend du moins son éclosion très difficile.

E. F.

Dr Giuseppe Sanarelli. — **La salive humaine et les microorganismes pathogènes de la cavité buccale** (*Centralblatt für Bakteriologie u. Parasitenkunde*, X, p. 817).

Depuis quelque temps les recherches sur l'action bactéricide des liquides de l'organisme se sont fort multipliées et cela se comprend, car cette étude promet de fructueuses découvertes au sujet des causes de l'immunité naturelle. Ainsi, après avoir constaté que le sang jouissait de cette action, on a retrouvé les mêmes propriétés dans d'autres liquides de l'organisme, le suc musculaire, l'urine, le lait, etc.

M. Sanarelli a étudié, au même point de vue, l'action de la salive sur les microorganismes, et le résultat de ses recherches est que la salive est également douée de propriétés bactéricides énergiques. Voici les conclusions de son travail :

1° La salive humaine constitue un milieu nutritif éminemment défavorable pour certains microorganismes pathogènes ;

2° Elle possède la propriété de les détruire plus ou moins rapidement quand leur nombre n'est pas trop considérable ;

3° Même quand elle permet leur développement (pneumocoques), elle est capable de modifier leurs caractères normaux, de les affaiblir ou même de les rendre complètement inactifs.

Les recherches de M. Sanarelli ont principalement porté sur les microorganismes pathogènes que l'on trouve d'habitude dans la bouche d'individus sains ou malades : le *Staph. pyogenes aureus*, le *Streptococcus pyogenes*, le bacille de la diphtérie, le *Micrococcus tetragenus*, et le diplococcus de la pneumonie, ainsi que sur le bacille typhique et le spirille du choléra, qui, sans habiter d'ordinaire la bouche peuvent se trouver en contact avec la muqueuse buccale. La salive était filtrée au filtre Chamberland, et les expériences se pratiquaient par la méthode des plaques comme dans les recherches sur les propriétés bactéricides du sang. L'action microbicide de la salive constatée par l'auteur expliquerait peut-être la rareté relative d'une infection de la muqueuse buccale, qui, sans cela, semblerait devoir survenir plus fréquemment, étant donnée la fréquence des microorganismes pathogènes dans la cavité buccale.

Seuls le bacille diphtéritique et le pneumocoque paraissent doués d'une assez grande résistance à l'égard de l'action de la salive. Le premier n'est tué qu'après un séjour de 28 à 40 jours dans la salive et le pneumocoque, ainsi que cela a été dit plus haut, s'y développe même très bien ; toutefois, sa virulence s'y perd bientôt. E. F.

OBSERVATOIRE MUNICIPAL DE MONTSOURIS

BULLETIN MENSUEL D'ANALYSE MICROGRAPHIQUE

Analyse de l'air de Paris (Hôtel de ville), *Mars* 1892

DESIGNATION des SEMAINES	MICROPHYTES par m. c.		DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES				MALADIES	
			TEMPÉRAT.	PLUIE —	VENT			
	BACTÉRIES	MOISISSURES	moyenne	Hauteur en millimèt.	Direction moyenne	Vitesse moyenne	ZYMOTIQUES [1]	SAISONNIÈRES [2]
N° 9 du 29 Fév. au 6 Mars 1892 . .	4.800	400	1°,1	8mm,3	NE	15km,7	145	163
N° 10 » 7 Mars » 13 » » . .	2.830	1.170	0 ,4	3 ,8	NE	15 ,0	145	221
N° 11 » 14 » » 20 » » . .	4.160	1.000	6 ,4	14 ,9	Var.	15 ,9	128	239
N° 12 » 21 » » 27 » » . .	2.670	660	9 ,3	7 ,4	NE	14 ,1	137	217
N° 13 » 28 » » 3 Avril » . .	3.650	1.180	7 ,7	25 ,8	NE	22 ,8	116	207
MOYENNES ET TOTAUX	3.620	880	4 °,9	60mm,2	NE	16km,7	671	1.047
ANNÉE MOYENNE	»	»	»	»	»	»	»	»

OBSERVATIONS. — [1] Sous la rubrique *maladies zymotiques* sont comprises: les fièvres éruptives, la fièvre typhoïde et l'atrepsie (choléra infantile). — [2] Au nombre des *maladies saisonnières* ne sont comptées que les affections aiguës des poumons (Bronchite aiguë, Broncho-pneumonie et pneumonie).

Analyse de l'air des égouts (*Moyenne générale*)

Mars 1892. Bactéries = 1.000 Moisissures = 3.750 Température = 9°,9

Analyse de l'air au Parc de Montsouris

Mars 1892. Bactéries = 345 Moisissures = 47 Température = 4°,9

Analyses des eaux de Paris et d'autres provenances, *Mars* 1892

DÉSIGNATION DES EAUX	MOYENNES MENSUELLES DES BACTÉRIES PAR C.M.C.		TEMPÉRAT.	OBSERVATIONS
	Mars 1892	Année moyenne		
1° Eaux de Source				
Eau de la Vanne à Montrouge.	875	1.240	»	Canalis. = » bactéries
» de la Dhuis à Ménilmontant.	6.350	2.900	»	Canalis. = 6.200 »
» de la commune d'Asquins (Yonne) . . .	1.200	»	»	»
2° Eaux de Rivières				
Eau de la Marne à Saint-Maur.	129.000	58.550	5°,8	»
» de la Seine à Ivry	30.000	56.185	»	»
» de la Seine au pont d'Austerlitz . . .	74.000	73.500	»	Hauteur = 2m.00
» de la Seine au pont de l'Alma	100.000	177.625	5°,6	»
» d'autres provenances	»	»	»	»
3° Eaux de Canal				
Eau de l'Ourcq à la Villette	150.000	76.335	»	»
» d'autres provenances.	»	»	»	»
4° Eaux de Puits				
Puits Princesse à Paris	14.000	»	»	»
» Fausse à Nanterre	41.000	»	»	»
5° Eaux de Drainage				
Drain de Saint-Maur	»	2.375	»	»
» d'Epinay	24.000	19.085	»	»
6° Eaux d'égout				
Eaux des collecteurs de Paris	8.500.000	16.270.000	»	»
7° Eaux de vidanges				
Eau du dépotoir de l'Est	5.000.000	29.645.000	»	»
» » traitée à Bondy.	180.000	55.050	»	»

OBSERVATOIRE MUNICIPAL DE MONTSOURIS

BULLETIN MENSUEL D'ANALYSE MICROGRAPHIQUE

Analyse de l'air de Paris (Hôtel de ville), *Avril* 1892

DÉSIGNATION des SEMAINES	MICROPHYTES par m. c.		DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES				MALADIES	
	BACTÉRIES	MOISISSURES	TEMPÉRAT. moyenne	PLUIE — Hauteur en millimètr.	VENT Direction moyenne	VENT Vitesse moyenne	ZYMOTIQUES [1]	SAISONNIÈRES [2]
N° 14 du 4 Avril au 10 Avril 1892	8.000	1.300	17°,2	»	NE	12km,0	155	203
N° 15 » 11 » » 17 » »	5.150	1.000	10 ,1	0mm,8	NE	14 ,7	130	175
N° 16 » 18 » » 24 » »	2.000	1.400	7 ,9	8 ,3	NW	11 ,0	136	161
N° 17 » 25 » » 1er Mai »	9.340	670	9 ,0	4 ,5	NW	14 ,2	132	159
» » » » »	»	»	»	»	»	»	»	»
MOYENNES ET TOTAUX	6.120	1.095	11°,0	13mm,6	N	12km,9	553	698
ANNÉE MOYENNE	»	»	»	»	»	»	»	»

OBSERVATIONS. — [1] Sous la rubrique *maladies zymotiques* sont comprises : les fièvres éruptives, la fièvre typhoïde et l'atrepsie (choléra infantile). — [2] Au nombre des *maladies saisonnières* ne sont comptées que les affections aiguës des poumons (Bronchite aiguë, Broncho-pneumonie et pneumonie.

Analyse de l'air des égouts (*Moyenne générale*)

Avril 1892. Bactéries = 6.000 Moisissures = 5.750 Température = 13°,1

Analyse de l'air au Parc de Montsouris

Avril 1892. Bactéries = 280 Moisissures = 101 Température = 11°,0

Analyses des eaux de Paris et d'autres provenances, *Avril* 1892

DÉSIGNATION DES EAUX	MOYENNES MENSUELLES DES BACTÉRIES PAR C.M.C.		TEMPÉRAT.	OBSERVATIONS
	Avril 1892	Année moyenne		
1° Eaux de Source				
Eau de la Vanne à Montrouge.	765	1.240	»	Canalis. = 800 bactér.
» de la Dhuis à Ménilmontant.	5.050	2.900	»	Canalis. = 7.000 »
» » »	»	»	»	»
2° Eaux de Rivières				
Eau de la Marne à Saint-Maur.	72.000	58.550	11°,5	»
» de la Seine à Ivry	72.000	56.185	»	»
» de la Seine au pont d'Austerlitz	114.000	73.500	»	Hauteur = 1m,25
» de la Seine au pont de l'Alma.	110.000	177.625	12°,1	»
» de la Seine épurée (Colombes)	1.000	»	»	»
3° Eaux de Canal				
Eau de l'Ourcq à la Villette.	30.000	76.545	»	»
» d'autres provenances	»	»	»	»
4° Eaux de Puits				
Puits de l'établissement de Nanterre	50	»	»	»
» Joly à Argenteuil	360.000	»	»	»
5° Eaux de Drainage				
Drain de Saint-Maur	»	2.375	»	»
» d'Argenteuil	72.000	11.195	»	»
6° Eaux d'égout				
Eaux des collecteurs de Paris	20.000.000	16.270.000	»	»
7° Eaux de vidanges				
Eau du dépotoir de l'Est	»	29.645.000	»	»
» » traitée à Bondy	120.000	53.020	»	»

BIBLIOGRAPHIE

Archives des sciences biologiques publiées par l'*Institut impérial de médecine expérimentale* à Saint-Pétersbourg, t. I, nos 1 et 2. — Saint-Pétersbourg, 1892.

Ce nouveau journal scientifique, comme son titre l'indique, est l'organe de l'*Institut impérial de médecine expérimentale* de Saint-Pétersbourg, dû à la munificence de Son Altesse le Prince Alexandre Pétrovitch d'Oldenbourg, et ouvert, par ordre de Sa Majesté l'Empereur de Russie, au mois d'avril de l'année 1891.

Cet Institut, qui peut être comparé à l'Institut Pasteur, fondé à Paris par voie de souscription nationale, a su, dès le principe, attirer comme chefs de ses laboratoires une pléiade de savants distingués, déjà bien connus par leurs beaux travaux : MM. le professeur J.-P. Paulow, le Dr N.-W. Ouskow, W. Nencki, S.-N. Winogradski, C.-J. Helman, dont on a malheureusement aujourd'hui à déplorer la perte, le Dr E.-F. Sperk et Salomon, membre collaborateur de l'Institut impérial, qui donne, dans le premier fascicule des *Archives*, l'historique de cet établissement scientifique.

Les *Archives des sciences biologiques* contiennent dans les nos 1 et 2 de nombreux mémoires, dont on trouvera plus bas l'énumération, et qui font augurer de l'importance et de l'utilité des sujets abordés dans cet Institut.

Les *Archives des sciences biologiques* sont très luxueusement éditées dans le format in-4° et publiées dans deux langues : en russe, sur le *verso* des pages ; en français sur le *recto ;* avec des caractères qui ne le cèdent pas en élégance aux éditions françaises les mieux soignées. De très belles figures sont intercalées dans le texte où se trouvent également de nombreux et grands tableaux qui ont l'avantage d'indiquer promptement les résultats synthétiques qui, dans beaucoup de publications, sont disséminés dans plusieurs pages, ce qui en rend la lecture pénible et plus difficile. Les fascicules I et II qui viennent de paraître sont en outre accompagnés de quatre planches magnifiques contenant de belles et nombreuses photomicographies de microorganismes, et d'une dernière planche où sont également représentés par la photographie les aspects macroscopiques de cultures rendus avec un relief saisissant.

Cette nouvelle publication périodique, qui s'adresse aux savants

comme aux médecins, aux bactériologistes et aux micrographes, a de même sa place marquée dans toutes les bibliothèques des Universités et des Facultés ; elle paraît annuellement en 5 ou 6 numéros formant un beau volume de 700 à 800 pages; on peut s'y abonner au prix de 10 *roubles*, chez : Ch. Ricker, 14, Perspective de Nevsky, à Saint-Pétersbourg.

Enfin que les savants professeurs de l'*Institut impérial de médecine expérimentale* de Saint-Pétersbourg veuillent bien accepter les souhaits de sympathique bienvenue que nos modestes *Annales* font aux *Archives des sciences biologiques.*

D^r^ M.

PUBLICATIONS RÉCENTES

H. Thélohan. — Sur quelques Coccidies nouvelles, parasites des Poissons (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXIV, p. 136).

H. Viron. — Sur quelques matières colorantes solubles, produites par les bactériacées dans les eaux distillées médicinales (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXIV, p. 179).

Lortet et Despeignes. — Les Vers de terre et les Bacilles de la tuberculose (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXIV, p. 186).

L. Cayeux. — Sur la présence de nombreuses Diatomées dans les glaises crétacées du bassin de Paris (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXIV, p. 375).

A.-B. Griffiths. — Les Ptomaïnes dans quelques maladies infectieuses (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXIV, p. 496).

Costantin et Dufour. — La Molle, maladie des champignons de couche (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXIV, p. 498).

Ch. Decagny. — De l'action du nucléole sur la turgescence de la cellule (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXIV, p. 506).

C. Sauvageau et M. Radais. — Sur deux espèces nouvelles de *Streptothrix* Cohn, et sur la place de ce genre dans la classification (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXIV, p. 559).

Bréhal. — De la présence, dans la paille, d'un ferment aérobie, réducteur des nitrates (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXIV, p. 681).

C. Phisalix. — De la transmission héréditaire des caractères acquis par le *Bacillus anthracis* sous l'influence d'une température dysgénésique (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXIV, p. 684).

P. Miquel. — De la culture artificielle des Diatomées (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXIV, p. 780).

J. Costantin. — Sur quelques maladies du blanc de champignon (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXIV, p. 849).

Dr S. Dominquez. — Estudio experimental del Bacilo coma (*travail du Laboratoire bactériologique de l'Assistance publique de Buenos-Ayres*, 1892).

E. Metchnikoff et J. Soudakewitch. — La phagocytose musculaire. Contribution à l'étude de l'inflammation parenchymateuse. — I partie : Atrophie des muscles pendant la transformation des batraciens, par E. Metchnikoff (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 1). — II partie: Modificateur des fibres musculaires dans la trichinose, par J. Soudakewitch (*Idem*, t. VI, p. 13).

L. Momont. — Action de la dessiccation de l'air et de la lumière sur la bactéridie charbonneuse filamenteuse (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 21).

Petermann. — Recherches sur l'immunité contre le charbon au moyen des albuminoses extraites des cultures (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 32).

L. H. Thoinot et E. Calmette. — Notes sur quelques examens du sang dans le typhus exanthématique (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 37).

Th. Schlœsing fils et Em. Laurent. — Recherches sur la fixation de l'azote libre par les plantes (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 65).

A. D. Pawlowsky. — Sur l'histoire du développement et du mode de propagation de la tuberculose dans les articulations (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 116).

S. Iwanow. — Sur la production des acides volatils dans les cultures du bacille charbonneux (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 131).

Soudakewitch. — Recherches sur le parasitisme intra-cellulaire et intra-nucléaire chez l'homme (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 145).

A. Calmette. — Etude expérimentale du venin du *Naja tripudians* ou *Cobra Capel*, et exposé d'une méthode de neutralisation de ce venin dans l'organisme (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 160).

R. Sabouraud. — Quelques faits relatifs à la méthode de coloration de Lustgarten (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 184).

F. le Dantec. — Recherches sur la symbiose des algues et des protozoaires (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 190).

V. Babes. — Sur certains caractères des lésions histologiques de la rage (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 209).

L. Vaillard. — Sur quelques points concernant l'immunité contre le tétanos (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 224).

L. Rénon. — Deux cas de tétanos traités par des injections de sang antitoxique (méthode de MM. Behring et Kitasato) (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 233).

C. Sauvageau et M. Radais. — Sur les genres *Cladothrix*, *Streptothrix*, *Actinomyces*, et description de deux Streptothrix nouveaux (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 242).

Dr A. Morelle. — Étude bactériologique sur les Cystites (*La Cellule*, t. VII, 2e fascicule).

Dr L. Concetti. — Sulla difterite primitiva cronica delle narici, nuove osservazioni e ricerche bactteriologiche (*Archivii ital. di laringologia*, an. XII, fasc. 2).

Wyatt Johnston. — On the Collection of Samples of Water for Bacteriological Analysis. — Sur le prélèvement des échantillons d'eau destinés à l'analyse bactériologique (*Canadian Record of Science*, jan. 1892).

Dr Lœwenberg. — L'otite grippale observée à Paris en 1891 (*Annales des maladies de l'oreille et du larynx*, nov. 1891).

E. Burci et V. Frascani. — Contributo allo studio, dell' azione battericida della corrente continua (*Travail de l'Institut de pathologie générale de l'Université royale de Pise*, 1891).

Dr T. Smith. — Zur Kenntniss der amerikanischen Schweineseuche (*Zeitschrift fur Hygiene*, 1891).

G. Gasperini. — Ulteriori ricerche sul *Gen. Streptothrix* come contributo allo studio dell' *Actinomyces* Harz (*Processi verbali della Società Toscana di Scienza Naturali*, 13 mars 1892).

Dr A. Billet. — Notions élémentaires de bactériologie : Première partie : Histoire naturelle (*Feuille des jeunes naturalistes*, 22e année, n° 254).

Nencki. — Recherches chimiques sur les microbes produisant l'inflammation des glandes mammaires des vaches et des chèvres laitières (*Archives des sciences biologiques de l'Institut impérial de méd. exp. de Saint-Pétersbourg*, t. I, p. 5).

Winogradsky. — Contribution à la morphologie des organismes de la nitrification (*Archives des sciences biologiques de l'Institut impérial de méd. exp. de Saint-Pétersbourg*, t. I, p. 87).

Helman. — Des propriétés de la tuberculine provenant de bacilles tuberculeux cultivés sur pomme de terre (*Archives des sciences biologiques de l'Institut impérial de méd. exp. de Saint-Pétersbourg*, t. I, p. 139).

Kraiouchkine. - Statistique des personnes mordues par des animaux enragés et traitées d'après la méthode de Pasteur à Saint-Pétersbourg (*Archives des sciences biologiques de l'Institut impérial de méd. exp. de Saint-Pétersbourg*, t. I, p. 153).

Dzierzgowski et de Rekowski. — Recherches sur la transformation des milieux nutritifs par le bacille de la diphtérie et sur la composition chimique de ces microbes (*Archives des sciences biologiques de l'Institut impérial de Saint-Pétersbourg*, t. I, p. 167).

Blachtein. — Contribution à la biologie du bacille typhique (*Archives des sciences biologiques de l'Institut impérial de Saint-Pétersbourg*, t. I, p. 199).

Bujwid. — La tuberculine, sa préparation, ses effets sur les animaux atteints de tuberculose (*Archives des sciences biologiques de l'Institut impérial de méd. exp. de Saint-Pétersbourg*, t. I, p. 213).

E. Metchnikoff. — Etudes sur l'immunité, 5e mémoire, immunité des lapins vaccinés contre le microbe du Hog-Choléra (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 289).

J. Massard. — Le chimiotaxisme des leucocytes et l'immunité (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 321).

J. Bordet. — Adaptation des virus aux organismes vaccinés (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 328).

L. Martin. — Examens clinique et bactériologique de deux cents enfants entrés au pavillon de la diphtérie à l'Hôpital des Enfants-Malades (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 335).

Duclaux. — Sur la différenciation des matières albuminoïdes (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 369).

Dr J. de Christmas. — Sur quelques mélanges antiseptiques et leur valeur microbicide (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 374).

L. Vaillard et J. Rouget. — Contribution à l'étude du Tétanos (2e mémoire) (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 385).

H. Roger. — Atrophie musculaire progressive expérimentale (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 436).

N. Sakharoff. — Simplification du diagnostic bactériologique de la diphtérie (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 451).

H. Pottevin. — Les vaccinations antirabiques à l'Institut Pasteur, en 1891 (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 453).

G. Sternberg. — Report on the etiology and prevention of Yellow-fever. Rapport sur l'étiologie et la prophylaxie de la fièvre jaune (un vol. cart. in-8 de 271 pages, avec 21 planches et 22 figures intercalées dans le texte. Washington, Government Printing Office, 1890).

Th. Smith. — Special report on the cause and prevention of swine plague. Rapport spécial sur la cause et la prophylaxie de la peste des porcs (un vol. cart. in-8 de 166 pages, avec 22 planches en couleur. Washington, government, Printing Office, 1891).

Dr Fiocca. — Di un bacillo simile a quello dell' influenza trovato nella saliva di alcuni animali domestici. Sur un bacille semblable au bacille de l'influenza trouvé dans la salive de quelques animaux domestiques (*Riforma medica*, n° 47, fév. 1892).

By P.-H. Gosse. — Twenty-four New Species of Rotifera. Vingt-quatre nouvelles espèces de Rotifères (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1887, p. 1).

A.-W. Bennet. — Fresh-water Algæ of North Cornwall; with descriptions of six new species. Des algues d'eaux douces du North Cornwall, avec la description de six nouvelles espèces (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1887, p. 8).

A.-C. Stokes. — Notices of new American Fresh-Water Infusoria. Note sur de nouveaux Infusoires d'eau douce d'Amérique (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1887, p. 35).

G. Massee. — On the Differentiation of Tissues in Fungi. Sur la différenciation des tissus des champignons (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1887, p. 205).

P.-H. Gosse. — Twelve New Species of Rotifera. Douze nouvelles espèces de Rotifères (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1887, p. 361).

P.-H. Gosse. — Twenty-four more New Species of Rotifera (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1887, p. 861).

E.-M. Nelson. — A New Eye-piece. Un nouvel oculaire (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1887, p. 928).

NÉCROLOGIE

Nous avons le regret d'apprendre la mort d'un de nos fidèles collaborateurs, M. G.-F. Dowdeswell, membre de la Société royale de microscopie de Londres, décédé à l'âge de 56 ans, à la fin de l'année 1891. Ce savant consacra la dernière partie de son existence à l'étude de l'histologie et de la bactériologie, sur lesquelles il publia d'importants mémoires, soit dans le *Journal of the Royal microscopical Society*, soit dans les organes de plusieurs sociétés savantes. M. Dowdeswell a confié aux *Annales de micrographie* la publication d'un travail très intéressant sur un microbe chromogène : le *Bacterium rosaceum metalloides* (t. I, p. 310 et 449) ; d'une note *sur les flagella du microbe du choléra* (t. II, p. 377) ; d'un travail *sur quelques phases du développement du microbe du choléra* (t. II, p. 519) ; d'une *étude sur la structure du spermatozoïde de l'homme* (t. III, p. 1) ; et enfin le dernier mémoire que nous avons reçu de ce très regretté savant était relatif à *quelques méthodes de micrographie moderne* (t. III, p. 489). Que les parents et amis de M. Dowdeswell veuillent bien recevoir nos compliments de condoléance à l'occasion du malheur qui vient de les frapper.

L'Éditeur-Gérant, Georges CARRÉ.

Tours. — Imprimerie DESLIS FRÈRES

ANNALES
DE MICROGRAPHIE

NOUVELLES RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LA MÉROTOMIE DES INFUSOIRES CILIÉS

Par E.-G. BALBIANI

b. — *Mérotomie des Stentors en voie de fissiparité*

En raison de la longueur du noyau et de sa situation dans l'axe longitudinal du corps, chez le *Stentor cœruleus*, on n'obtient que très rarement, par division artificielle, des fragments de l'animal dépourvus de substance nucléaire, lorsqu'on se propose d'étudier les changements qui s'opèrent dans le plasma soustrait à l'influence du noyau. Or j'ai montré, il y a longtemps (1), qu'au début de la fissiparité le chapelet nucléaire du Stentor se contracte et se transforme en une seule masse arrondie, placée vers le milieu du corps, ce qui le fait ressembler alors au noyau simple et sphérique d'un grand nombre de Ciliés, et de même que chez ceux-ci il est alors facile de séparer par division un fragment du corps ne renfermant aucune parcelle de noyau. Cette circonstance a été effectivement mise à profit par Gruber. Sur un exemplaire de *Stentor cœruleus*, à noyau contracté et présentant, comme on l'observe toujours à ce stade de la division naturelle, un péristome de nouvelle formation en arrière du péristome ancien, Gruber réussit à diviser l'animal en deux parties par une section passant entre les deux péristomes ; le noyau était resté dans le fragment postérieur, mais il ne tarda pas

(1) Balbiani, Études sur la reproduction des Protozoaires. *Journal de la physiologie de l'homme et des animaux*, t. III, 1860, p. 71.

à s'échapper spontanément par la plaie. Il isola ce fragment et constata que, malgré l'absence du noyau, le péristome en voie de formation n'en avait pas moins continué à se développer et à former à sa partie postérieure une bouche en se contournant en une spirale qui s'enfonçait à l'intérieur du corps. GRUBER crut d'abord pouvoir tirer de cette observation la conclusion que la régénération pouvait se faire sans le concours du noyau chez les individus en voie de division spontanée ; mais il s'arrêta plus tard à une autre interprétation, savoir : que, si le noyau est nécessaire pour donner l'impulsion à la formation de nouveaux organes, ceux-ci, une fois leur formation commencée, peuvent continuer à se développer jusqu'au bout sans que le noyau intervienne.

BÜTSCHLI a fort judicieusement critiqué cette conclusion de GRUBER par les raisons théoriques suivantes : « Si l'on veut voir dans le noyau l'unique principe des processus formatifs de la cellule, comme il est l'unique agent de l'hérédité, on comprend au moins difficilement que son influence ne s'exerce que dans le premier moment de la formation des nouveaux organes. Ceux-ci ne naissent pas tout formés, mais chaque pas nouveau qu'ils font dans leur développement successif est aussi bien une néoformation que leur ébauche première. Si le noyau seul est responsable de cette première ébauche, il doit l'être aussi des stades ultérieurs du développement. Ou bien veut-on se représenter le noyau comme donnant l'impulsion en vertu de laquelle tout le mécanisme de la formation organique se déroule de lui-même, comme l'agent qui met en branle toute la machine ? Il est clair dès lors qu'on place dans le plasma le mécanisme tout entier de la formation des organes, et qu'on se met en contradiction avec l'hypothèse que le noyau est le principe des processus formatifs et de l'hérédité (1) ».

On ne peut que s'associer aux raisons théoriques opposées par BÜTSCHLI aux vues de GRUBER sur le rôle du noyau, mais il s'agissait avant tout de vérifier si GRUBER ne s'était

---

(1) BÜTSCHLI, *Protozoa*, p. 1782.

pas trompé sur la matérialité des faits qui servaient de base à ses conclusions. Or il m'a paru que le savant professeur de Fribourg ne s'est pas rendu un compte bien exact de l'état de développement des nouveaux organes au stade qu'il juge convenable pour pratiquer la division artificielle chez le Stentor en voie de fissiparité. A ce stade, qui est, comme nous l'avons vu, celui où le noyau s'est contracté en boule au centre du corps, le nouveau péristome est plus qu'ébauché ; il porte une rangée de cils adoraux assez vigoureux, et surtout sa partie postérieure s'est déjà contournée en une spirale qui pénètre à l'intérieur du corps et représente la bouche nouvelle. Celle-ci ne se forme donc pas, comme le suppose Gruber, après la section et en dehors de l'influence du noyau, car elle existe déjà avant que la partie du corps qui la porte ait été séparée du reste de l'organisme.

On pourrait objecter que l'expérience telle que Gruber l'a réalisée laisse la question entière et que, pour juger si le noyau est réellement sans influence sur le développement ultérieur d'organes dont la première apparition exige sa présence, il faudrait opérer sur des animaux où ces organes ont juste commencé à naître, par exemple, quand le nouveau péristome n'est encore indiqué que par une mince rangée ciliaire, et ne présente encore aucune trace de bouche à sa terminaison postérieure. J'ai fait quelques expériences dans ces conditions, et toutes les fois que j'ai réussi à ne laisser aucune partie du noyau dans le fragment retranché, porteur du rudiment de péristome, je n'ai jamais observé que celui-ci continuât à se développer en un péristome complet avec l'ouverture buccale à sa partie postérieure. Ces fragments sans noyau ont exactement le même sort que chez les individus ordinaires : non seulement ils ne présentent aucune régénération de leur forme typique, mais les organes en voie de formation, notamment le péristome, restent stationnaires ou subissent même une régression plus ou moins marquée ; ils présentent les mêmes altérations du plasma, et la mort survient dans le même court espace de temps que chez les individus non en voie de division.

En résumé, les faits qui précèdent ne confirment donc

pas l'opinion que Gruber s'est formée sur le rôle du noyau. S'il a fort exactement reconnu que sa présence est nécessaire pour donner l'impulsion à la puissance réparatrice du plasma, il a méconnu qu'elle n'est pas moins nécessaire pour maintenir celle-ci en état d'activité jusqu'à l'achèvement complet des parties à reconstituer.

Comme le dit fort bien Bütschli, chaque pas nouveau dans le développement d'un organe est aussi bien une formation nouvelle que la première ébauche de cet organe: si celle-ci ne peut se former sans le concours du noyau, chacun des stades subséquents de son développement exige de même l'intervention de cet élément.

Rôle du noyau dans la division spontanée du Stentor cœruleus étudié par la mérotomie.

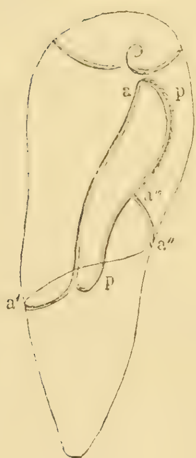


Fig. 1. — Schéma de la division du *Stentor cœruleus* d'après Schuberg. *pp*, zone adorale nouvelle : *a*, *a'*, *a''*, *a'''*, trajet de la ligne spirale dexiotrope suivant laquelle se fait la division du corps.

Un des faits les plus intéressants qu'on parvient à mettre en évidence par la méthode de la mérotomie chez le Stentor est le rôle joué par le noyau dans les phénomènes de la reproduction fissipare. Rappelons d'abord que la division du corps chez ce Cilié a lieu d'après un schéma compliqué qui a été bien étudié dans ces derniers temps par Schuberg (1). Le sillon superficiel qui trace en quelque sorte la voie à la division est une spirale dexiotrope qui commence à l'extrémité antérieure de la zone adorale nouvelle (*fig.* 1, *a*), se dirige en arrière vers l'extrémité postérieure de cette zone, où est située la nouvelle bouche, se dirige de là presque transversalement vers le bord droit du corps (*a'*), contourne celui-ci en arrière, revient sur la face ventrale

(1) Aug. Schuberg, Zur Kenntniss des Stentor cœruleus. *Zoologische Jahrbücher Abth. f. Anat. und Ontogenie der Thiere*, t. IV, 1890, p. 197.

(a''), et se termine vers le milieu de la zone adorale nouvelle (a'''). Nous n'avons pas besoin, pour notre objet, d'entrer dans les autres détails de la division. Il résulte de la direction de la ligne spirale suivant laquelle se fait cette division que toutes les sections qui passeront soit en avant, soit en arrière de cette ligne, partageront le corps en deux segments dont l'un sera simple, c'est-à-dire formé tout entier aux dépens du rejeton antérieur ou du rejeton postérieur (I, *fig*. 5, *p*), et dont l'autre sera mixte, c'est-à-dire constitué aux dépens des deux futurs rejetons, et contiendra dans une proportion variable, suivant la direction et la hauteur de la coupe, de la substance de l'un et de l'autre (*fig*. 5, *a*). Si, au contraire, la section coupe à un niveau quelconque la ligne spirale de division, les deux segments ainsi produits seront mixtes ou formés par les deux rejetons. Les segments ou mérozoïtes simples se comporteront comme ceux qui résultent de la section des individus ordinaires, c'est-à-dire se régénéreront ou non suivant qu'ils contiendront ou ne contiendront pas le noyau ou une portion du noyau de l'individu divisé (*fig*. 5, p-p^4). Les mérozoïtes mixtes sont plus intéressants à étudier : on peut en effet se demander s'ils vont se comporter comme ils l'eussent fait s'ils avaient continué à faire partie de l'animalcule en voie de fissiparité, et comment les changements qui caractérisent ce dernier mode de reproduction vont se combiner avec ceux résultant de la régénération des parties enlevées par la section. Si le mérozoïte est dépourvu de noyau, la division spontanée suivra-t-elle son cours habituel jusqu'à la production de deux individus, ou bien sera-t-elle modifiée ou même enrayée par l'absence de noyau ?

Pour répondre à ces diverses questions nous ne saurions mieux faire que de rapporter quelques expériences de mérotomie choisies parmi un grand nombre d'autres du même genre.

Expérience I (I, *fig*. 6). — Stentor en voie de fissiparité montrant le péristome nouveau avec sa zone adorale, et le noyau ramassé sous forme de deux boules vers le milieu du corps. Divisé le 11 juin à 11 h 1/2 matin, par une section longitudinale oblique en deux mérozoïtes, dont

l'un *a*, plus grand, renferme les deux masses nucléaires, la partie dorsale de l'ancien péristome et l'extrémité postérieure avec la bouche du péristome nouveau. L'autre *b*, plus petit et sans noyau, a emporté la majeure partie de l'ancien péristome et presque tout le péristome nouveau, moins l'extrémité postérieure et la bouche, qui sont restées dans le fragment *a*.

Voyons d'abord ce que devient le mérozoïte nucléé.

Les figures a^1 — a^4 montrent les transformations qu'il a subies depuis le moment de la section jusqu'à 3 h. 1/2 soir. On voit par ces figures que la division a suivi son cours comme chez les individus normaux : les deux masses nucléaires du début se sont d'abord transformées en deux cordons cylindriques, a^1, a^2, puis chacun de ceux-ci s'est ensuite fragmenté en de nombreux articles ou grains arrondis, a^3, a^4. L'étranglement du plasma s'est produit aussi comme dans la fissiparité, bien qu'en raison de la mutilation subie par le fragment cet étranglement n'ait pu se faire d'après son schéma typique chez le Stentor. Les corps des deux individus résultant de cette constriction présentent un aspect difforme dû aux saillies qu'ils présentent sur divers points de leur surface. Nous avons vu plus haut que ces mêmes irrégularités de forme s'observent aussi souvent sur les mérozoïtes résultant de la section des individus ordinaires. Chez l'individu antérieur, le péristome, la zone adorale et la bouche se sont complètement régénérés aux dépens de ce qui y était resté des organes anciens. Chez le postérieur, cette régénération, devant se faire de toutes pièces, n'a pas encore eu lieu. Malheureusement, la mort survenue par accident le soir du même jour a empêché de suivre jusqu'au bout cette observation, mais il est probable, vu la présence de grains nucléaires chez chacun des deux rejetons, qu'ils se seraient transformés en deux Stentors complets, dont la séparation n'eût pas non plus manqué de se produire.

Le mérozoïte non nucléé, *b*, a vécu jusqu'à 3 h. 1/2 soir, sans présenter aucune trace de régénération, conséquence attendue de l'absence de noyau dans son intérieur ; mais, chose plus remarquable, il a offert, comme son congénère nucléé, l'indication très nette d'une division fissipare par la

production d'un étranglement prononcé vers le milieu du corps, et de même que chez ce dernier le rejeton antérieur est plus petit que le postérieur. On voit sur chacun de ceux-ci un péristome incomplet formé chez le premier par la portion conservée de l'ancien péristome, et chez le second par la partie postérieure du nouveau péristome qui lui est échue en partage. La mort a été précédée de la production de nombreuses vacuoles aqueuses dans les deux rejetons, amenant comme d'habitude, chez les fragments sans noyau, la dégénérescence du plasma et la mort qui en est la conséquence.

Expérience II (II, *fig.* 7). — Section longitudinale oblique faite le 11 juin à 10 h. 1/2 matin. La section laisse dans l'un des mérozoïtes, *a*, le noyau contracté en une masse ovoïde, mais presque aussitôt après la section, il s'échappe par la plaie et s'altère au contact de l'eau, a^1. L'autre mérozoïte, *b*, sans noyau, emporte les deux péristomes tout entiers. On a ainsi deux mérozoïtes non nucléés formés aux dépens de l'animalcule primitif. Chez l'un et l'autre, la fissiparité a continué son cours. A 1 h. 1/2 soir, a^1 présente un étranglement très marqué, qui le divise en un petit segment antérieur et un segment postérieur plus volumineux, a^2. Aucune régénération n'a eu lieu chez l'un et l'autre. On voit seulement dans le plus grand une vacuole qui se contracte de loin en loin et qui paraît être de formation nouvelle. Existait-elle avant la section ou s'est-elle produite depuis (1) ? A 2 h. 1/4, leur séparation s'achève et les deux segments s'éloignent en nageant assez vivement dans le liquide. Le plus petit est perdu bientôt de vue et n'a pu être retrouvé ; le plus grand était encore bien vivant le lendemain matin ; il présentait dans sa partie antérieure la vésicule contractile et une petite rangée de cils plus longs au bord correspondant du corps. Est-ce un faible indice de régénération des cils du péristome? A 3 h. 1/2, il avait cessé de vivre sans présenter d'autres changements.

(1) Dans mon premier travail, j'ai déjà eu l'occasion de dire que je ne considère pas, au moins dans certains cas, la formation d'une vésicule contractile nouvelle comme un phénomène de régénération organique, mais comme un simple processus physique déterminant une dilatation locale du canal ou d'un des canaux du système excréteur, à la suite de l'ablation de la vésicule contractile primitive.

L'autre mérozoïte non nucléé, b, avait subi aussi, parallèlement à son congénère, des modifications intéressantes. Trois heures après la section qui lui avait donné naissance, il était constitué par deux petits Stentors presque parfaitement conformés, sauf qu'il leur manquait le noyau. Ils étaient réunis à leur partie postérieure et latérale par un court prolongement cylindrique, et dirigés en sens inverse, c'est-à-dire la face dorsale de l'un et la face ventrale de l'autre regardant du même côté. Ce renversement de position, contraire à celle qu'on remarque dans la fissiparité chez les individus ordinaires, où les faces correspondantes du corps sont dirigées dans le même sens, ne peut être expliqué que par la torsion du pédicule qui réunit les deux individus. Comme ils se tenaient tranquilles dans le liquide et pouvaient être facilement observés, je m'attendais à les voir, d'un moment à l'autre, se séparer complètement par l'étranglement progressif du pédicule. Mais cette attente fut déçue, car c'est précisément l'inverse qui arriva. Peu à peu, en effet, les deux individus se rapprochèrent par le raccourcissement du pédicule d'union b^2, et bientôt les deux corps se réunirent dans une plus large étendue. La fusion devint graduellement plus intime b^3, et ils ne formèrent plus qu'une seule masse globuleuse, à la surface de laquelle un sillon circulaire peu profond, passant entre les deux péristomes, fut la seule trace de leur séparation primitive b^3,b^4. Ils vécurent ainsi confondus jusqu'au lendemain, à 3h. 1/2 soir ; près de 30 heures s'étaient alors écoulées depuis le commencement de l'expérience.

Expérience III (I, *fig.* 8). — Section longitudinale oblique, faite le 13 juin, à 1 h. 1/4 soir. La section divise le noyau contracté en deux parties à peu près égales, dont chacune reste dans la portion correspondante du corps. Mais presque aussitôt après, sous mes yeux, le noyau du fragment b est expulsé par la plaie, tandis que le fragment a garde le sien. De 1 h. 20 à 1 h. 30, le mérozoïte nucléé, a, subit les transformations que représentent les figures a^1 et a^2. Il s'est divisé par un étranglement médian en deux rejetons dont l'antérieur a la forme presque typique d'un petit Stentor, et renferme un noyau formé de cinq petits articles arrondis. Le rejeton postérieur a une forme plus irrégu-

lière ; il ne présente aucune trace de péristome et ne contient aucun vestige de noyau. A 2 h. 3/4, la disposition réciproque des deux individus s'est modifiée ; au lieu d'être dans le prolongement l'un de l'autre, ils se sont placés parallèlement l'un à l'autre, a^3. A 4 heures, ils se sont accolés dans une plus grande étendue, et se présentent dans la situation que montre la figure a^4 ; les articles nucléaires restent toujours dans l'individu plus complet, celui muni d'un péristome. Enfin, à 10 h. 1/2 soir, ils sont presque complètement confondus en un corps unique, irrégulièrement globuleux, et distincts seulement par leurs extrémités postérieures, qui forment deux petits prolongements aigus, écartés entre eux a^5. Chacun d'eux présente alors un péristome assez complet, mais je n'ai pas pu m'assurer si la bouche s'était formée. Entre les deux péristomes on aperçoit une vésicule contractile, sans qu'on puisse dire auquel des deux individus elle appartient. Le lendemain matin, je trouve ce double individu mort et altéré.

Voyons maintenant les changements survenus pendant ce temps chez le congénère de *a*, le mérozoïte non nucléé *b*. Une demi-heure après la section, il a pris complètement la forme d'un Stentor normal, arrivé au stade de la division fissipare où les deux nouveaux individus ne tiennent plus l'un à l'autre que par un pédicule assez étroit, b^1. Le péristome de chaque individu a presque la forme et la situation qu'il affecte à ce moment, mais on reconnaît à une inspection attentive qu'il est resté incomplet, et que la partie retranchée ne s'est pas régénérée. Il n'y a donc eu du côté du péristome qu'un changement de direction se rapprochant de la disposition normale, sans reconstitution proprement dite. A 2 h. 3/4, la séparation des deux individus s'achève par la rupture du pédicule d'union, et ils s'éloignent l'un de l'autre en nageant, comme deux Stentors issus d'une fissiparité normale. Le lendemain matin, je ne trouve plus qu'un seul vivant, sans pouvoir reconnaître si c'est l'individu antérieur ou le postérieur. Ce survivant a vécu jusqu'au 15 juin sans s'être régénéré. Le traitement par les réactifs n'y décèle aucune trace de noyau. Par conséquent, ici encore, comme dans les expériences précédentes, l'absence de noyau n'a pas empêché la division du plasma

de continuer et de se parachever, mais il n'y a pas eu de régénération d'organes.

Expérience IV (III, *fig.* 9). — Section oblique pratiquée le 30 juin, à 9 h.35 matin. Formation de deux mérozoïtes, dont l'un, *a*, petit, sans noyau, emporte une bonne partie de l'ancien péristome avec la bouche, plus la partie antérieure du péristome nouveau ; tandis que l'autre, *b*, plus grand, conserve le noyau contracté et le reste des deux péristomes. Le petit fragment a vécu près de 2 jours, après avoir revêtu les aspects représentés dans les figures a^1 — a^5. Notons seulement les particularités suivantes : 1 h. 1/2 après la section, on voit se former vers sa partie latérale et postérieure une petite protubérance piriforme, semblable à un bourgeon pédiculé a^2. Quelques fines stries longitudinales qu'on aperçoit à sa surface semblent indiquer qu'elle est revêtue de la cuticule. A 4 h. 1/4, elle a disparu soit par détachement, soit par résorption, mais en revanche deux petits prolongements coniques se sont formés de chaque côté de la base du mérozoïte a^3. Le lendemain, ceux-ci ont disparu à leur tour, et le mérozoïte a pris une forme presque régulièrement globuleuse a^4, a^5 ; son diamètre est de $0^{mm},17$. On observe distinctement les contractions de la vésicule pulsatile. Les cils péristomiens s'agitent avec vivacité et attirent vers la bouche les corpuscules flottants; quelques petits globules verts ont même pénétré à l'intérieur du corps. Mais les signes habituels de dégénération des mérozoïtes sans noyau se manifestent dans le cours de la même journée, et la mort survient vers le soir.

Le mérozoïte *b*, auquel était échu le noyau, n'a malheureusement pas pu être suivi plus d'une heure et demie après sa formation, car il se perdit dans le transport destiné à l'isoler, mais le court espace de temps pendant lequel je pus l'observer suffit à montrer qu'il s'apprêtait à se diviser d'une façon presque parfaitement normale en deux individus nouveaux b^2, avec cette différence seulement que le rejeton antérieur était sensiblement plus petit que le postérieur, sa taille étant diminuée de toute la portion *a* enlevée à l'animalcule primitif. La répartition des grains nucléaires, qui s'était faite comme d'habitude entre les deux

rejetons, assurait à chacun de ceux-ci une réorganisation complète, ainsi qu'on eût pu le constater sans l'accident qui mit fin à l'observation.

Remarquons seulement encore, au sujet de cette expérience, que, des deux mérozoïtes *a* et *b*, ce dernier seul a présenté d'une manière évidente des phénomènes de division. Cette différence ne doit pas être attribuée à ce que *b* contenait le noyau, tandis que *a* était sans noyau, car nous avons vu par les expériences précédentes que la présence du noyau n'est pas une condition nécessaire pour que la division s'effectue chez les mérozoïtes en voie de fissiparité. Mais *b*, formé par la majeure partie de l'animalcule primitif, contient les deux plasmas des futurs individus, tandis que *a* ne renferme que du plasma de l'individu antérieur, mêlé peut-être à une très petite quantité de plasma de l'individu postérieur. Si *a* s'était divisé, ce dernier plasma se serait séparé du premier sous la forme d'un très petit individu postérieur, et peut-être peut-on effectivement considérer comme un petit rejeton l'excroissance piriforme *x* que nous avons vue se produire à un certain moment vers la partie terminale de *a*. Ce que nous admettons ici comme une hypothèse devient tout à fait évident dans l'expérience suivante.

Expérience V (II, *fig.* 10). — Stentor au début de la division spontanée. Le péristome nouveau est représenté par une rangée longitudinale presque rectiligne de cils délicats, à l'extrémité postérieure de laquelle la spire buccale ne s'est pas encore formée. Les articles du noyau n'ont pas encore commencé à se fusionner. Section franchement transversale, pratiquée le 9 novembre à 2h. 1/2 soir, séparant le tiers antérieur du corps avec toute la région frontale, la partie supérieure de la zone adorale nouvelle, et les trois articles antérieurs du chapelet nucléaire. Ce mérozoïte antérieur, *a*, est le seul que nous considérons ici, le postérieur, *p*, constitué par le reste du corps et du noyau s'étant détruit presque aussitôt après la section. A 4 heures, *a* présente à l'état d'extension la forme typique d'un petit Stentor a^1, et, à son intérieur, on aperçoit les trois grains nucléaires du début fusionnés en un cordon noueux. Mais on observe de plus, près de l'extrémité pos-

térieure, un petit corps gemmiforme, *x*, attaché par un pédicule grêle au côté de *a* [1]. Ce corps, long de $0^{mm},07$, porte sur son bord externe une rangée semi-circulaire de cils assez forts qui s'agitent avec une grande vivacité; il renferme à son centre une grande vacuole claire. La rangée de gros cils dont ce corps est muni représente sans aucun doute la portion de la zone adorale nouvelle emportée par le mérozoïte *a*, et le corps *x* lui-même doit être envisagé comme un petit rejeton postérieur très réduit, formé aux dépens de la petite quantité de plasma postérieur que contenait le mérozoïte *a*, et qui s'est isolée par division de la masse principale de ce dernier. Cette interprétation est confirmée par ce fait qu'à 6 h. 1/2 soir, pendant que je l'observais, le corps *x* s'est détaché complètement de la masse de a^1, et s'est mis à nager vivement dans le liquide à l'aide de ses cils adoraux, x^1. Le lendemain matin, il était encore vivant, mais ses mouvements s'étaient beaucoup ralentis; les cils ne s'agitaient plus que faiblement en faisant lentement tourner le corps sur lui-même x^2, ce qui permit de reconnaître qu'ils figuraient une ligne spirale rappelant leur disposition normale chez le Stentor. La vacuole intérieure s'était agrandie et avait déterminé l'augmentation de volume du corps, qui mesurait alors $0^{mm},10$; le plasma était devenu clair et incolore. Ces derniers signes indiquaient une altération du plasma, et la mort arriva effectivement dans l'après-midi du même jour. Pendant ce temps, le mérozoïte a^1, dont le petit individu s'était détaché, s'était régénéré en un Stentor parfait, grâce aux grains nucléaires qu'il renfermait et dont le nombre s'était encore augmenté par division.

Expérience VI (II, *fig.* 11). — Section longitudinale oblique, pratiquée le 3 juillet à 8 heures matin, et donnant lieu à deux mérozoïtes, dont l'un, *b*, contient le noyau tout entier, tandis que l'autre, *a*, sans noyau, renferme la majeure partie des deux péristomes. Quoique l'observation soit restée incomplète parce que, le même jour, la préparation a été détruite par accident, j'appelle l'attention sur le mérozoïte *a*, qui, quoique sans noyau, a continué à se fissipariser, et avait formé, à 9 h. 1/4, deux petits rejetons en partie encore confondus entre eux et placés en sens

inverse l'un de l'autre, comme le montre la figure a^1. L'un possédait le péristome ancien, l'autre le péristome nouveau, mais dans celui-ci la bouche, qui avait été enlevée par la section (voir *fig.* 11, *a*), ne s'était pas reformée. Au lieu d'achever de se séparer, ils tendaient au contraire à se confondre de plus en plus, ainsi qu'on peut le voir sur la figure a^2, qui les représente 1/4 d'heure plus tard ; c'est à ce moment qu'ils ont cessé d'être observés.

Quant au mérozoïte nucléé *b*, il ne présente d'autre intérêt que le mode d'occlusion de la large plaie produite par la section, occlusion déterminée par le reploiement de la partie antérieure de la plaie sur sa partie postérieure ; c'est ce qu'on peut voir sur les deux figures qui représentent ce mérozoïte immédiatement après la section : l'une, b^1, par la face ventrale ; l'autre, b^2, de trois quarts. La figure b^3 nous montre le même 1 h. 1/2 plus tard à l'état d'extension complète et avec le noyau divisé en nombreux grains arrondis.

En résumé, cette observation nous présente une nouvelle confirmation de la non-influence du noyau sur la division du plasma chez les Stentors en voie de reproduction fissipare.

Expérience VII (III, *fig.* 12). — Section transversale oblique faite le 7 juillet à 7 heures soir. Le mérozoïte antérieur, *a*, sans noyau, a vécu 3 h. 1/2 sans présenter aucune trace de régénération. Je n'y ai observé non plus aucun indice de division, bien qu'en raison du sens de la section il dût renfermer une petite quantité de plasma postérieur. Le mérozoïte nucléé, *b*, représenté en b^1 aussitôt après la section, était, b^2, presque complètement régénéré à 9 heures soir. Sur sa face frontale était greffé un petit individu antérieur, sans péristome ni bouche, dans lequel avait pénétré un fragment du noyau, transformé en un cordon noueux. Ce petit individu se détacha quelques minutes plus tard de son congénère bien développé et jouit d'une vie indépendante, pendant laquelle il s'agita vivement dans le liquide x^1. Malheureusement j'eus le regret de le trouver mort et décomposé peu de temps après (10 h. 1/2 soir), car il eût été intéressant de voir s'il se fût régénéré en un petit Stentor complet. Le noyau

relativement volumineux qu'il renfermait était resté intact et bien visible après la mort, x^2.

Expérience VIII (II, *fig.* 13). — Section transversale oblique, faite le 2 juillet, à 2 h. 20 soir. Chez le mérozoïte antérieur, *a*, le noyau, qui s'était engagé dans la plaie, empêcha celle-ci de se refermer, ce qui causa l'imbibition du plasma par l'eau et la mort du fragment. Chez le mérozoïte, *b*, où, par suite de l'obliquité dorso-ventrale de la plaie, il s'était formé un lambeau dorsal plus grand que le lambeau ventral, le premier se rabattit sur la face ventrale et produisit ainsi la fermeture de la plaie, b^1. Nous avons décrit un processus d'occlusion analogue dans l'expérience VI (comp. avec b^1, fig. 11, II). Vers 5 heures soir, le mérozoïte b^1 a pris la forme d'une large massue à grosse extrémité échancrée en cœur et incomplètement divisée par un sillon médian en deux lobes arrondis. La figure b^2 le représente vu par la face ventrale, et b^3 par la face dorsale. Cette apparence est manifestement l'indice que la division imminente de l'individu primitif tend à se réaliser sur le mérozoïte, mais comme celui-ci est privé de noyau, les deux rejetons conservent la forme de deux moignons arrondis, dont l'un porte à sa partie antérieure un péristome formé par la portion postérieure du nouveau péristome de l'animalcule primitif. Il est à remarquer que, pendant que se produisait la division incomplète du mérozoïte, la portion de péristome qu'il portait a pris sur l'une des deux moitiés la même situation horizontale que cela a lieu pour le nouveau péristome complet dans la fissiparité normale, de sorte que cette moitié du mérozoïte peut être réellement considérée comme représentant le rejeton postérieur, tandis que l'autre moitié, sans péristome, équivaut au rejeton antérieur. Chacun de ces deux rejetons est donc formé par la masse de plasma propre à chacun d'eux que renfermait le fragment coupé de l'animalcule primitif. De même que cela a le plus souvent lieu quand ces fragments sans noyau tendent à se diviser, la division ne s'acheva point pour donner naissance à deux rejetons isolés, mais les deux moitiés se sont de nouveau confondues en une masse commune, b^4, qui n'a pas tardé à se détruire par vacuolisation et dégénérescence du plasma.

Expérience IX (II, *fig.* 14). — Section suivant l'axe longitudinal du corps, faite le 4 juillet, à 11 heures matin. La section divise l'animalcule de bout en bout en deux moitiés latérales, dont l'une, *a*, emporte le noyau, et l'autre, *b*, la majeure partie de l'ancien péristome avec la bouche, plus le nouveau péristome tout entier. Malgré la grandeur de la plaie, qui s'étend dans toute la longueur du corps, celle-ci s'est refermée par le processus dont les diverses phases sont représentées dans les figures a^1, a^2, a^3 pour le mérozoïte *a*, et dans les figures b^1, b^2 pour le mérozoïte *b*. Ces figures parlent assez d'elles-mêmes pour nous dispenser de les décrire. Les deux mérozoïtes ont vécu plus de 4 heures, mais n'ont présenté dans cet intervalle aucune trace de division, ce qui doit être probablement attribué à ce que le plasma s'est vacuolisé de bonne heure par imbibition à travers la large plaie incomplètement garantie contre le contact de l'eau. On remarquera cependant que le noyau a continué à évoluer chez *a*, en présentant les premières phases qui suivent sa concentration au milieu du corps chez les Stentors en voie de fissiparité.

Expérience X (II, *fig.* 15). — Section passant un peu en dehors de l'axe longitudinal du corps (29 juin). Je ne rapporte cette expérience que pour montrer les formes bizarres que prennent parfois les fragments sous l'influence de l'excitation produite par la lésion qui met en jeu la contractilité des myonèmes, car ils n'ont pas vécu assez longtemps pour qu'on pût observer des phénomènes de régénération et de division. Dans les deux fragments, la moitié postérieure s'est recourbée sur la face ventrale et est venue s'appliquer de plus en plus étroitement sur la partie antérieure de la plaie, de façon à recouvrir complètement celle-ci, a^1 — a^4, b^1 — b^2. Chez l'un et l'autre, il s'est produit en outre des saillies plus ou moins prononcées du plasma sur divers points du corps. Si les mérozoïtes avaient vécu plus longtemps, ces irrégularités de forme se seraient complètement effacées chez celui qui contenait le noyau, tandis qu'elles auraient persisté ou se seraient même accentuées davantage chez le fragment dépourvu de noyau.

Expérience XI (II, *fig.* 16). — Section transversale du 12 juin, 5 heures soir, séparant un fragment, *a*, formé par

le tiers antérieur du corps, qui continue à vivre, tandis que le segment postérieur, *b*, s'est détruit par diffluence. Le mérozoïte, *a*, a conservé toute la partie frontale avec le péristome, plus deux grains nucléaires de l'individu primitif. Il emporte, en outre, la partie antérieure du nouveau péristome. Examiné au bout de 24 heures, *a* est trouvé complètement régénéré et allongé en forme de cornet, a^1. Les trois grains nucléaires primitifs se sont multipliés jusqu'au nombre de onze; a^1 ne diffère d'un individu ordinaire que par son extrémité terminale, élargie et portant un petit péristome entouré d'une zone adorale formée d'une rangée circulaire de cils assez forts. Cette extrémité est représentée de profil en a^1, et de face en a^2. Un peu en avant du péristome caudal on voit une vacuole allongée qui change lentement de forme et se prolonge antérieurement en un petit canal qui se perd dans le plasma. Le 14 juin au matin, il ne reste aucune trace du petit péristome postérieur et le corps se termine en pointe comme chez les individus ordinaires.

L'intérêt de cette observation consiste d'abord dans la tendance manifestée par le fragment à se diviser en un rejeton antérieur bien conformé et un rejeton postérieur très rudimentaire, représenté par l'extrémité élargie de la queue avec le petit péristome et la vésicule contractile placée tout auprès. Puis, la séparation des deux individus ne s'étant pas effectuée, le plus petit a disparu par résorption, afin de restituer à l'autre sa forme typique, et ce travail réparateur n'a pu s'accomplir que sous l'influence du noyau.

Expérience XII (II, *fig.* 17). — Le mérozoïte *a* était constitué comme le précédent, mais n'avait pas de noyau, celui-ci étant resté dans le fragment postérieur détruit. Il prit bientôt une forme conique, et l'on vit apparaître à la pointe du cône un petit rejeton ovalaire, muni d'un petit péristome dont l'origine était la même que celle du petit péristome postérieur de a^1, *fig.* 16, II. Le petit rejeton *x* était rattaché à l'individu principal par un mince prolongement de substance plasmique, qui venait se fixer sur le bord de la couronne ciliaire, mais le filament d'attache ne se rompit point, et le petit rejeton ne fut pas mis en liberté. Le

filament se raccourcit graduellement en attirant de plus en plus le petit individu vers le gros, et finalement le premier vint s'appliquer largement par sa partie antérieure contre la partie postérieure du second a^2, x^2. Il semblait que le petit allait se fusionner avec le gros et disparaître dans sa masse, lorsque l'apparition de grandes vacuoles dans le plasma, signe précurseur de sa dégénérescence, vint mettre fin à l'observation.

Je termine ici l'exposé de mes expériences sur la division artificielle des Stentors en voie de fissiparité. J'aurais pu en rapporter un grand nombre d'autres pour montrer les variations infinies que l'on observe dans la manière dont se comportent les individus artificiels créés par ce procédé. On peut en effet le définir une véritable création artificielle entée sur une création naturelle, ou, en quelque sorte, une fissiparité à la seconde puissance. Dans les conditions les plus favorables, plus faciles à prévoir en théorie qu'à réaliser en pratique, on peut par cette méthode doubler le nombre des individus issus de chaque génération fissipare, le quadrupler par conséquent par rapport à la génération précédente, tandis que ce nombre est simplement doublé dans la fissiparité naturelle simple.

Si maintenant nous résumons les faits constatés dans cette série d'expériences, nous pouvons en tirer plusieurs conséquences intéressantes pour la théorie cellulaire. Nous voyons d'abord que, sur un animalcule en voie de division, la division se poursuit sur les fragments de ces animalcules comme sur l'animalcule intact, que les fragments contiennent ou non le noyau ou une portion du noyau. Il suffit pour cela que le fragment renferme un plasma mixte, c'est-à-dire appartenant à la fois aux deux produits de la division. Mais la séparation de ce plasma mixte en deux plasmas propres, l'un formant le rejeton antérieur, l'autre le rejeton postérieur, comme cela a lieu dans la division normale, ne se produit que rarement. Le plus ordinairement, il y a simple tendance à la division, et celle-ci rétrograde après être parvenue à un certain stade, puis les deux plasmas se réunissent de nouveau en une masse commune. Cette rétrogradation de la division est la règle dans les fragments dépourvus de noyau.

On peut donner à ce fait une double interprétation, savoir :

1° L'impulsion à la division part du noyau et se continue encore quelque temps après que le plasma a été soustrait à son influence ; lorsque l'impulsion est épuisée la division s'arrête, et le plasma revient à son état primitif en vertu de sa force de cohésion : donc le noyau est nécessaire pour commencer la division et la conduire jusqu'au bout ;

2° L'impulsion à la division a son siège dans le plasma lui-même, mais elle est imparfaite et doit être soutenue par le noyau, dont le mode d'action sur le plasma est inconnu : il peut être de nature dynamique ou chimique.

Quoi qu'il en soit de ces hypothèses, dont la seconde me paraît plus probable, je n'ai vu la division des mérozoïtes s'accomplir jusqu'à la fin que dans les trois cas suivants : 1° lorsque les deux parties du mérozoïte contenaient chacune un noyau propre ; 2° quand le mérozoïte sans noyau était très petit ; 3° lorsque l'un des produits de division d'un mérozoïte n'avait que des proportions très minimes par rapport à l'autre, et représentait une sorte de bourgeon de celui-ci. J'ai rapporté plus haut des exemples de ces divers cas. Un des faits les plus intéressants m'a été présenté par le mérozoïte a^1 de l'expérience III. Ce mérozoïte (I, *fig*. 8) renfermait un noyau et était arrivé à un stade avancé de la division. Le rejeton antérieur a^2 contenait le noyau tout entier, alors fractionné en cinq articles, du mérozoïte, plus la portion de péristome et de zone adorale que possédait celui-ci. Le rejeton postérieur n'avait ni noyau, ni péristome, ni zone adorale. Au lieu d'achever de se séparer par la rupture du pédicule assez mince qui les maintenait encore réunis, les deux rejetons se rapprochèrent de nouveau l'un de l'autre et finirent par se confondre en un corps unique, a^5 ; c'est aussi à ce moment que se forma un second péristome à côté du premier.

Cette observation est intéressante d'abord en ce qu'elle montre que le noyau contenu dans un seul des deux rejetons communiquant par leur plasma est impuissant pour achever la division ; ensuite, qu'il est incapable de déterminer la régénération du rejeton sans noyau, tant que

la force qui maintient les deux plasmas séparés s'exerce encore, mais qu'il retrouve son influence lorsque, cette force ayant cessé d'agir, les deux plasmas se sont de nouveau confondus en un corps unique. On peut conclure de là que les deux rejetons qui résultent de la division de l'individu primitif acquièrent leur individualité propre bien avant leur séparation complète, et que chacun d'eux est déjà sous la domination de son noyau propre avant que la division soit devenue définitive.

Une autre conclusion qui découle de nos observations, c'est que le mérozoïte formé aux dépens d'un animalcule en voie de division spontanée, et qui renferme du plasma mixte des deux futurs rejetons, ne suit pas la loi ordinaire de la fissiparité, c'est-à-dire ne se partage pas lui-même en deux parties égales et morphologiquement équivalentes. Il se divise comme il l'eût fait s'il était resté en place sur l'animalcule complet, c'est-à-dire qu'il forme deux masses équivalentes aux quantités des deux plasmas contenues dans le mérozoïte, et ces masses représentent respectivement la région du corps du rejeton qu'elles auraient servi à former. C'est ce qui nous explique la fréquente inégalité des deux produits de division du mérozoïte. J'ai rapporté plus haut des exemples remarquables de cette inégalité de la division, par exemple chez le mérozoïte b^2 de l'expérience IV (III, *fig.* 9), et surtout chez le mérozoïte b^2 de l'expérience VII (III, *fig.* 12). La petite taille que présente quelquefois l'un des deux produits de division doit constituer souvent une condition défavorable pour son existence, même lorsqu'il renferme un noyau, parce qu'elle rend plus facile l'imbibition aqueuse du plasma déterminant une mort prématurée. Tel paraît être le cas du petit rejeton x de ce dernier mérozoïte b^2 ; quoique pourvu d'un noyau volumineux relativement à sa taille, il n'a vécu qu'une heure et demie après avoir acquis une existence indépendante. Il est vrai qu'il faut toujours tenir compte des conditions relativement défavorables où il faut placer les animalcules pour pouvoir les observer.

c. — *Mèrotomie des Stentors en voie de conjugaison*

Après avoir constaté le rôle joué par le noyau comme organe de force plastique et élément conservateur des propriétés vitales du plasma, et étudié la manière dont il intervient dans la reproduction fissipare, je fus naturellement conduit à examiner aussi par la méthode de la mérotomie les propriétés physiologiques du noyau pendant la conjugaison. Toutes les théories qui ont été émises par les observateurs modernes sur la signification de la conjugaison chez les Ciliés s'accordent en ce point que ce processus a pour but de renouveler périodiquement le noyau et de le remplacer par un élément plus jeune, d'où l'idée d'une réorganisation ou rajeunissement de l'individu par le fait de la conjugaison. Quant à la cause du remplacement périodique du noyau, les auteurs sont loin d'être unanimes pour l'expliquer, et je n'entrerai pas ici dans l'examen des diverses hypothèses qu'ils ont émises à cet égard (1). Dans les expériences que je vais rapporter, je me suis simplement proposé de vérifier par voie expérimentale l'opinion qui considère le noyau, au moment de la conjugaison, comme un élément qui a perdu ses propriétés physiologiques, un élément usé et destiné à être remplacé par un élément plus jeune et plus actif. La mérotomie fournit le moyen de faire cette vérification. En effet, si cette manière de voir est fondée, les fragments qu'on sépare par division artificielle d'un individu en état de conjugaison ne devront pas se régénérer même s'ils contiennent le noyau ou une portion du noyau ; ils devront se comporter comme des fragments sans noyau. Si celui-ci a conservé encore un reste d'activité, leur régénération doit être lente ou incomplète ; enfin, si le noyau n'a rien perdu de son énergie première, la régénération des fragments doit se faire aussi

---

(1) Bütschli admet dans le noyau une substance dont la présence est nécessaire pour l'accomplissement des phénomènes vitaux de l'individu, substance qui s'épuiserait graduellement dans le noyau et se régénérerait dans le noyau nouveau qui remplace celui-ci (Bütschli, Gedanken über Leben und Tod. *Zool. Anzeiger*, 1882, p. 64).

rapidement et d'une manière aussi complète que chez les individus hors de l'état de conjugaison. Avant de rapporter ces expériences, il convient de parler d'abord des changements qu'éprouve le noyau pendant la conjugaison chez les Stentors.

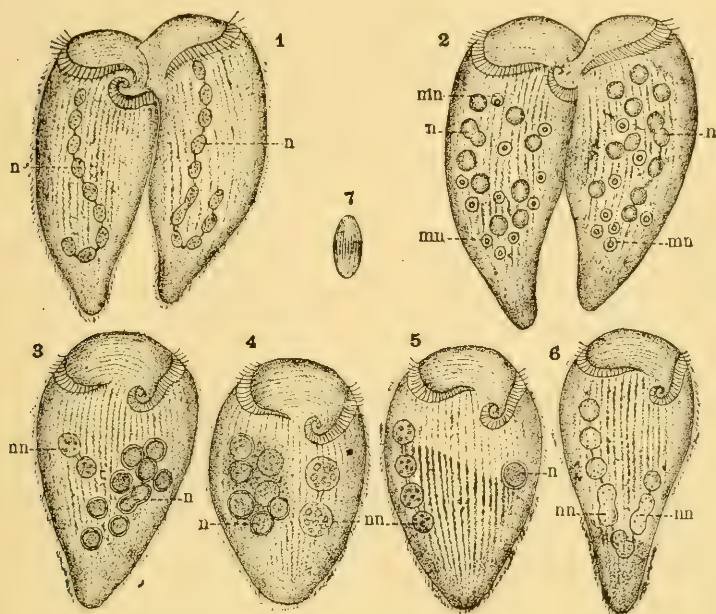


Fig. 3 — Quelques stades de la conjugaison du *Stentor cœruleus*. *n*, vieux noyau ; *mn*, micronucléus ; *nn*, noyau nouveau ; 7, micronucléus en voie de division.

Les phénomènes de la conjugaison chez le *Stentor cœruleus* ont été décrits par moi il y a longtemps (1). Je vais les résumer rapidement ici pour l'intelligence des faits expérimentaux que nous avons à faire connaître (*fig*. 3).

La réunion des deux conjoints a lieu par une région de leur surface frontale placée en avant de la bouche et dont j'ai exactement déterminé la position dans mes *Recherches*, etc. (2). Peu de temps après le début de la

(1) Voy. mes Recherches sur les phénomènes sexuels des Infusoires. *Journal de la Physiologie de l'homme et des animaux*, 1861, *passim*, et *Journal de Micrographie* de Pelletan, t. VI, n° 4, 1882, p. 161.

(2) Voir fig. 10 et 11, pl. IX de ce travail, représentant des couples du *Stentor cœruleus*.

conjugaison, les grains du long noyau en chapelet de chaque conjoint se séparent par la destruction des filaments constitués par la membrane nucléaire qui les réunissait les uns aux autres, et se dispersent dans toutes les parties du plasma. Ces grains, ovalaires et plus ou moins allongés dans l'état de repos du noyau, prennent après leur séparation la forme de globules régulièrement sphériques, perdent leur aspect homogène et réfringent, et deviennent grisâtres et granuleux. Ils se désagrègent alors successivement et leur substance se mêle au plasma. Je reviendrai plus loin avec plus de détail sur le phénomène de la disparition du noyau. Pendant que ces changements se passent dans le noyau, les micronucléus ou noyaux d'attente, déjà assez nombreux au début de la conjugaison, se sont encore multipliés. J'en ai compté jusqu'à vingt ou vingt-cinq chez certains couples (1), mais ils ne sont déjà plus visibles au moment où les grains nucléaires commencent à se résorber dans le plasma. Pendant cette résorption, qui fait diminuer graduellement le nombre de ces grains, on voit apparaître dans un point variable du plasma, mais généralement rapproché de la région par laquelle les deux conjoints s'étaient réunis, un globule formé d'une substance pâle et homogène avec quelques granulations brillantes. Ce globule grossit rapidement jusqu'à un diamètre de 0^{mm}, 08, puis se divise de très bonne heure en deux globules secondaires plus petits, réunis l'un à l'autre par une bande claire qui a toutes les apparences d'une membrane d'enveloppe commune aux deux globules. Dans les jours suivants (la séparation des deux conjoints s'étant déjà effectuée dès avant le stade où les grains nucléaires commencent à disparaître par résorption), les globules pâles continuent à se multiplier par division en restant réunis par leur membrane d'enveloppe, et reconstituent un noyau moniliforme destiné à remplacer l'ancien noyau disparu. Chez des individus isolés dans de bonnes conditions d'aération et de nourriture, le nouveau noyau se composait déjà, après environ une semaine, de huit à seize grains, nombres correspondant

(1) Leur multiplication a lieu par karyokinèse, comme chez les autres Ciliés.

à ceux des grains nucléaires que le *Stentor cœruleus* présente dans les conditions ordinaires.

Quelle est l'origine du nouveau noyau? D'après mes observations faites chez divers Ciliés, j'avais été conduit à admettre qu'il était formé par le micronucléus échangé entre les deux conjoints à l'état de fuseau strié. Les observations récentes de Maupas et de R. Hertwig ont montré que ce fuseau échangé se fusionne avec un fuseau resté en place de l'individu opposé, et que c'est ce fuseau mixte ou plutôt un de ses produits de division qui devient le nouveau noyau. Bien que cet échange et cette fusion des éléments micronucléaires n'aient pas été observés pour les Stentors en particulier, nous pouvons conclure par analogie que le nouveau noyau qui se forme après la conjugaison chez ces espèces a la même origine que chez les autres Ciliés, c'est-à-dire provient d'un mélange de la substance micronucléaire des deux ex-conjugués.

Après ces détails sur la conjugaison du *Stentor cœruleus*, abordons l'exposé de nos experiences de mérotomie.

Expérience I. — Faite le 12 avril au matin sur les deux individus d'un couple en état de conjugaison depuis plusieurs heures, mais dont les grains nucléaires, quoique déjà isolés les uns des autres, présentent encore leur aspect homogène et réfringent. La section passant transversalement par le milieu du corps de chaque conjoint divise chacun d'eux en deux segments ou mérozoïtes contenant quelques grains nucléaires. Les deux segments postérieurs deviennent immédiatement libres et s'éloignent en nageant; les deux segments antérieurs restent d'abord en état de conjugaison, mais ne tardent pas à se séparer et à devenir indépendants. Tous ces segments se sont complètement régénérés le lendemain matin, comme cela a lieu pour les fragments nucléés des individus hors de l'état de conjugaison. Cette expérience, répétée plusieurs fois dans les mêmes conditions, prouve qu'au début de la conjugaison, alors que le noyau ne paraît pas encore modifié dans sa substance, la faculté régénératrice persiste encore tout entière dans les fragments nucléés.

Expérience II (III, *fig.* 18). — Stentors en état de conjugaison depuis assez longtemps. Chez les deux conjoints, les

grains du chapelet nucléaire se sont dissociés et ont pris l'aspect de globules grisâtres et granuleux. Tous les micronucléus ont disparu et le nouveau noyau n'est pas encore visible. Section transversale pratiquée le 11 avril par le milieu du corps de chaque conjoint. La moitié postérieure du conjoint de droite s'est détruite aussitôt après la section ; celle, *a*, du conjoint de gauche continue à vivre, ainsi que les deux moitiés antérieures, qui restent accouplées, *fig.* 18, A^1. Tous ces fragments contiennent un nombre variable de grains nucléaires. Le mérozoïte *a* a vécu jusqu'au 14 en ne présentant que de très légères traces de régénération : il s'est formé un petit péristome nouveau très incomplet sans bouche, a^1 — a^3. Dans les derniers temps de la vie, le plasma s'est rempli de nombreuses vacuoles aqueuses, et le corps présente une forme irrégulière, a^3. Les deux mérozoïtes restés en état de conjugaison A^1 ont vécu jusqu'au 13 sans se régénérer ; la fusion des deux corps est devenue plus complète, et ils présentent une forme plus irrégulière qu'auparavant, A^2. Ainsi, chez tous ces fragments, malgré la présence de nombreux grains nucléaires dans chacun d'eux, aucune régénération ne s'est produite, si nous exceptons la légère tendance à la formation d'un péristome nouveau chez a^2.

Expérience III (III, *fig.* 19). — Couple formé depuis assez longtemps. Nombreux globules nucléaires grisâtres et granuleux dans chaque conjoint. Le nouveau noyau n'est pas encore visible. La section, pratiquée le 12 avril, n'a porté que sur l'individu de droite, et en a séparé la portion antérieure, *a*, qui reste en état de conjugaison avec son conjoint, *c*, et ne contient aucun globule nucléaire, ceux-ci étant tous restés dans le fragment postérieur *b*. Le lendemain matin, *a* s'est séparé de *c*, et ils sont bien vivants tous deux ; *c* a conservé son aspect normal, mais *a* a pris une forme tout à fait irrégulière dans sa partie postérieure, a^1. La partie antérieure présente une surface frontale, un péristome et une bouche bien conformés, (qu'on ne voit pas dans l'état d'accouplement chez *a*, *fig.* 19, où ces parties ne sont pas dirigées du côté de l'observateur). Enfin le fragment *b* ne s'est pas régénéré, b^1, malgré les nombreux globules nucléaires qu'il renferme. On observe seu-

lement à sa partie antérieure une petite dépression sans caractère particulier, autour de laquelle sont implantés quelques cils plus forts; en outre, les grandes vacuoles que renferme le plasma prouvent qu'il commence à se désorganiser; en effet, ces fragments meurent dans l'après-midi du 14 sans s'être modifiés.

Cette expérience est intéressante en ce qu'elle montre que les deux mérozoïtes formés d'un même individu en état de conjugaison, et dont l'un contient le noyau tout entier, mais déjà altéré dans sa structure, tandis que l'autre est dépourvu du noyau, se comportent semblablement, c'est-à-dire ne se régénèrent ni l'un ni l'autre, et présentent les mêmes phénomènes de dégénérescence, bientôt suivis de mort.

Expérience IV (III, *fig.* 20). — Section longitudinale pratiquée le 13 mai à travers l'un des deux individus d'un couple présentant l'aspect caractéristique qu'ils offrent vers la fin de la conjugaison: globules nucléaires épars, à aspect mat et granuleux; pas de nouveau noyau visible, micronucléus tous disparus. Les deux mérozoïtes *a* et *b* contiennent un nombre à peu près égal de globules nucléaires. Peu de temps après la section, *a* se sépare du conjoint et devient indépendant comme *b*. Le lendemain matin, aucune régénération n'est survenue chez les deux mérozoïtes; ils présentent une forme très irrégulière que j'ai essayé de rendre par les figures a^1 et b^1. Examinés de nouveau le 16, je les retrouve tous deux vivants; la forme de a^1 s'est modifiée, mais reste toujours très irrégulière, comme le montre la figure a^2. Ce mérozoïte contient toujours les nombreux globules nucléaires du début, et comme il avait emporté la bouche de l'individu primitif (*fig.* 20, *a*), il a pu ingérer quelques algues unicellulaires vertes que j'avais ajoutées au liquide. Il ne s'est détruit que le lendemain, après avoir vécu 4 jours. Son congénère, le mérozoïte b^1, a présenté des faits très intéressants au point de vue de l'action du noyau. Jusqu'au 16, il n'avait manifesté aucune tendance à se régénérer, mais à cette date, b^2, je constate que tous les grains du vieux noyau ont été résorbés dans le plasma, sauf un seul, *n*, qui est encore bien visible; de plus, l'aspect du corps s'est beaucoup plus rap-

proché de la forme normale. Le long prolongement que l'on observait les jours précédents, et qui était formé par la partie postérieure repliée en avant, s'est en grande partie confondu avec le reste du corps; celui-ci se termine par une extrémité amincie, comme chez les individus normaux, et présente en avant une surface bombée ou frontale entourée d'une rangée circulaire de cils, à laquelle manque encore la spire buccale. Ces mondifications indiquent manifestement que le mérozoïte est en voie de régénération et contrastent avec la forme bizarre et irrégulière que le mérozoïte a^2 présente au même moment. Au premier abord il me fut difficile de me rendre compte de cètte différence des deux fragments d'un même individu renfermant des éléments nucléaires semblables, mais une observation plus attentive me permit bientôt d'en reconnaître la cause.

C'est que dans b^2 le nouveau noyau venait de faire son apparition sous la forme de deux masses sphériques pàles *nn*, *nn*, unies entre elles par leur membrane d'enveloppe. Sous son influence, la régénération du mérozoïte (que le vieux noyau n'était plus capable de provoquer et qui était restée comme en suspens jusqu'à la production du noyau nouveau) commença et se continua régulièrement jusqu'au bout comme le prouva l'examen du mérozoïte, qui, dès le lendemain, avait pris la forme parfaitement caractéristique d'un Stentor, b^3. A ce moment, le grain subsistant du vieux noyau avait lui-même disparu.

Outre le fait, que nous connaissons déjà, de la perte de la faculté régénératrice du noyau à l'époque de la conjugaison, on peut tirer de cette observation plusieurs conséquences intéressantes, savoir :

1° Que toutes les manifestations vitales des fragements sans noyau s'observent aussi chez les fragments qui contiennent une portion du vieux noyau : c'est ainsi que nous avons vu le mérozoïte a^2 (*fig.* 20) ingérer des particules alimentaires par la bouche qu'il avait conservée ;

2° Que la résorption des éléments du vieux noyau par le plasma n'a pas lieu avant l'apparition du noyau de nouvelle formation : c'est ce que nous prouve la comparaison des figures b^1, b^2, b^3, dont les deux dernières nous montrent le noyau nouveau, avec les figures a^1, a^2, qui ne contiennent

pas ce noyau, mais en revanche renferment encore tous les globules nucléaires anciens (1) ;

3° Enfin, que, dès le moment de sa première apparition dans le plasma, le noyau de nouvelle formation possède déjà toute sa puissance régénératrice, et l'exerce de la même manière et dans le même temps que le noyau complètement développé.

Le lecteur remarquera que jusqu'ici il n'a été nullement question des micronucléus. On peut cependant se demander si ces petits éléments, qui ont la valeur de véritables noyaux — à l'état rudimentaire, il est vrai, — n'exercent pas, comme le noyau proprement dit, une influence régénératrice sur le plasma, ou si l'action combinée des deux éléments n'est pas nécessaire pour que cette influence s'exerce. Nussbaum, qui s'était aussi posé la question, incline pour des raisons théoriques vers l'affirmative, mais n'a pas entrepris d'expériences spéciales en raison de la difficulté de l'exécution (2). Dans ses expériences de mérotomie sur les Stentors, Gruber se contente d'indiquer qu'il n'a pu découvrir aucune influence particulière des micronucléus sur la régénération de ces animalcules (3). Bütschli ne croit pas cette influence probable, le rôle du micronucléus, suivant lui, étant principalement d'agir pendant la conjugaison, d'où le nom de *noyau sexuel* (*Geschlechtskern*) qu'il lui donne (4). « Les expériences sur la régénération des Ciliés, dit-il ailleurs (5), n'ont toutefois pas encore mis complètement hors de doute que les micronucléus restent étrangers à ces phénomènes, car dans aucune de ces expériences il n'est dit que les fragments sans noyau se détruisaient malgré les micronucléus qu'ils renfermaient. »

---

(1) C'est ce que j'ai observé aussi sur les Stentors normaux, où le noyau de nouvelle formation est presque toujours visible pendant la résorption du vieux noyau et quelquefois même avant qu'un seul grain de celui-ci ait disparu.

(2) Moritz Nussbaum, Ueber die Teilbarkeit der lebendigen Materie. I. Mittheilung. Die spontane und künstliche Theilung der Infusorien. *Arch. f. mikr. Anat.*, t. XXVI, 1885, p. 485.

(3) Aug. Gruber, Beiträge zur Kenntniss der Physiologie und Biologie der Protozoen. Separatabdruck, 1886, p. 16

(4) Bütschli, Protozoa, p. 1643.

(5) *Loc. cit.*, p. 1780.

La solution expérimentale de la question n'est assurément pas aisée : en raison de leur petitesse, les micronucléus échappent facilement à l'attention, et, comme ils sont généralement placés dans le voisinage du noyau, et très souvent même appliqués à sa surface, il est difficile d'obtenir par la mérotomie des fragments ne contenant qu'un ou plusieurs micronucléus, à l'exclusion du noyau ou d'une portion du noyau, afin d'examiner comment ils se comportent sous le rapport de la régénération. Je crois cependant pouvoir tirer de mes observations les deux conclusions suivantes : 1° le concours du noyau et du micronucléus n'est pas nécessaire pour que la régénération ait lieu ; le noyau à lui tout seul suffit ; 2° le micronucléus n'exerce par lui-même aucune influence régénératrice sur le plasma.

A l'appui de la première proposition, j'invoquerai mes nombreuses expériences sur les diverses espèces de Ciliés, rapportées, soit dans mon premier Mémoire, soit dans celui-ci (*Cyrtostomum leucas*, *Trachelius ovum*, *Prorodon niveus*, *Stentor cœruleus*). L'examen attentif des fragments régénérés, fait à l'aide des réactifs, m'a souvent montré que la portion, quelquefois très minime, de noyau qu'ils contenaient n'était accompagnée d'aucun micronuléus. Quant à la non-influence de ce dernier élément sur la régénération, je crois pouvoir la déduire des faits dont il est parlé ci-avant dans l'expérience IV sur les Stentors mérotomisés à l'état de conjugaison. Nous avons vu en effet que chez le mérozoïte b, b^1 (III, *fig.* 20), qui, à l'instant de sa formation, contenait de nombreux articles du noyau devenu inactif, la régénération n'a commencé qu'au moment où le noyau nouveau (*nn* dans b^2 et b^3) est devenu apparent. Or ce noyau était représenté auparavant par les deux micronucléus (le pronucléus mâle et le pronucléus femelle) qui lui donnent naissance en se fusionnant. Avant qu'il fût devenu visible, il s'était écoulé 3 jours au moins depuis la section, c'est-à-dire trois fois le temps nécessaire pour que la régénération du fragment eût eu lieu, si celle-ci avait pu se faire sous l'influence des deux micronucléus, soit encore séparés, soit au début de leur réunion. Nous avons vu en outre que c'est seulement après l'apparition du nouveau noyau que les articles inertes de l'ancien noyau

se sont résorbés dans le plasma, ce qui tend à prouver que le micronucléus ne possède pas non plus d'influence sur les autres propriétés vitales du plasma, et que, conformément à l'opinion de Bütschli, il représente un simple élément de remplacement, un organite rudimentaire, encore dépourvu de propriétés physiologiques. Il est destiné seulement à les acquérir après qu'il a été élevé par sa fusion avec un élément congénère étranger à la dignité d'un noyau proprement dit (1).

Le fait de la résorption du vieux noyau sous l'influence du noyau de nouvelle formation qui se produit à la suite de la conjugaison, se rattache, selon moi, à une propriété plus générale du noyau que nous devons examiner ici. Je veux parler de son influence sur les fonctions digestives et assimilatrices du plasma. Dans mes observations antérieures, notamment celles concernant le *Cyrtostomum leucas* (2), j'avais constaté que les mérozoïtes sans noyau n'avaient pas perdu la faculté, lorsqu'ils possédaient la bouche ou l'anus de l'individu primitif, d'ingérer des aliments ou d'expulser, suivant les cas, les résidus de la digestion, mais je n'avais pas réussi à me convaincre si les phénomènes de la digestion et de l'assimilation étaient également conservés chez ces fragments sans noyau. Depuis cette époque (1888), les recherches de Verworn sur *Polystomella* et *Thalassicola*, et surtout celles de B. Hofer sur *Amœba Proteus*, recherches que j'ai fait connaître au commencement de ce travail, ont prouvé que les aliments ingérés ne subissaient qu'une digestion superficielle et que la plus grande masse en était rejetée à l'état indigéré.

---

(1) Les observations sur les phénomènes de conjugaison chez les Stentors n'ont pas encore permis de constater si le micronucléus transmis par l'un des conjoints à l'autre se fusionne aussitôt après sa transmission avec le micronucléus stationnaire de ce dernier, ou s'il s'écoule un certain temps avant que cette fusion ait lieu. C'est cette dernière hypothèse que nous avons admise dans l'explication présentée ci-dessus. On sait du reste que cette fusion peut présenter un retard plus ou moins considérable chez l'un des conjoints par rapport à l'autre. Maupas et Hertwig en ont observé de nombreux exemples chez divers Ciliés. Si au contraire on admet que la fusion s'effectue immédiatement après la transmission du micronucléus migrateur, il faudrait en tirer une autre conclusion par rapport à la régénération, savoir . que le nouveau noyau mixte n'acquiert qu'au bout d'un certain temps sa faculté de régénération et ses autres propriétés physiologiques.

(2) Voir mon précédent travail du *Recueil zoologique suisse*, p. 23.

Chez le Stentor, je n'ai jamais réussi à voir ingérer des aliments par les mérozoïtes sans noyau et munis de la bouche de l'individu primitif, d'abord parce qu'il est fort difficile d'obtenir de tels fragments à l'état viable ; ensuite, parce qu'il est rare que les Stentors, même à l'état normal, prennent la nourriture qu'on leur présente lorsqu'elle ne leur agrée pas. Or, voulant répéter sur ces animalcules les intéressantes expériences de Le Dantec sur la digestion intracellulaire des Protozoaires (1), j'avais essayé de faire ingérer à des mérozoïtes sans noyau des grains de tournesol et de l'alizarine violette, afin de juger par le virage de ces substances à l'intérieur des vacuoles alimentaires, s'il s'y produisait la sécrétion acide, indice du travail de la digestion chez ces êtres. Je ne pus réussir à les leur faire absorber, par conséquent nous devons toujours nous en tenir provisoirement aux observations, d'ailleurs très dignes de confiance, de Verworn et de Hofer (2).

Je suis d'autant plus disposé à admettre la manière de voir de ces auteurs qu'elle me semble très bien expliquer l'observation, rapportée plus haut (Expér. IV), de la différence qu'ont présentée les deux mérozoïtes d'un même Stentor conjugué renfermant l'un et l'autre des articles du vieux noyau. Dans l'un, ces articles disparurent rapidement après que le nouveau noyau y eût fait son apparition, tandis que dans l'autre, sans noyau, ils persistèrent jusqu'à la mort du fragment, survenue 4 jours après la section. La résorption des articles du vieux noyau et la digestion des aliments conduisant au même but, c'est-à-dire à l'absorption dans le plasma des masses solides qu'il renferme sont vraisemblablement des phénomènes du même ordre ; ils doivent conséquemment s'accomplir par des processus identiques, c'est-à-dire par dissolution dans un liquide sécrété par le plasma. La première action de ce

---

(1) *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, t. XXIII, 1891, p. 261.

(2) Je dois dire toutefois que j'ai été plus heureux dans les essais que j'ai entrepris sur les Paramécies. Ce Ciliés ingèrent très facilement le tournesol et l'alizarine comme l'ont montré les observations de Le Dantec, et j'ai pu, par cette méthode, me convaincre que la digestion n'était pas absolument abolie dans les fragments sans noyau de ces Ciliés. Je me réserve de revenir sur ce point dans la suite de ce travail.

liquide sur les globules nucléaires doit consister en une modification chimique de la nucléine, qui a pour but de la rendre absorbable. C'est probablement à cette transformation qu'il faut attribuer le changement d'aspect que présentent ces globules qui, d'homogènes et réfringents qu'ils étaient à l'état actif, deviennent ternes, grisâtres et granuleux lorsqu'ils ont perdu leurs propriétés physiologiques (1). Leur sensibilité aux réactifs colorants a aussi beaucoup diminué.

Quant à leur mode de disparition, je l'ai souvent observé. On constate d'abord un gonflement des globules, dont le diamètre primitif de $0^{mm},020$ à $0^{mm},024$ augmente jusqu'à $0^{mm},037$ et davantage. La membrane d'enveloppe de plus en plus amincie et distendue finit par éclater et la substance granuleuse intérieure s'échappe et se répand dans le plasma. Tous les globules disparaissent ainsi successivement par diffluence et se résolvent en un nuage grisâtre qui, pendant quelque temps, obscurcit la transparence du plasma et se dissipe lentement en se mêlant à lui (*fig.* 3 (4), p. 59). Cette observation est d'autant plus facile à faire que le corps du Stentor est absolument vide d'aliments, l'animal ayant expulsé tous ceux qu'il renfermait et ayant cessé de prendre de la nourriture pendant toute la durée des phénomènes de conjugaison (2).

Revenant à l'observation que nous rappelons ci-dessus, nous avons vu que la disparition par dissolution des articles du vieux noyau n'avait eu lieu que dans celui des deux mérozoïtes d'un même Stentor conjugué qui renfermait le noyau de nouvelle formation, et avait été retardé jusqu'après l'apparition de ce noyau, tandis que dans l'autre mérozoïte, sans noyau, les vieux articles avaient persisté jusqu'à sa mort, survenue le quatrième jour qui suivit la

(1) C'est du reste le même changement que l'on observe dans le nucléus des proies ingérées par les Infusoires, les Amibes et autres Protozoaires.

(2) A propos des faits relatés ci-dessus, Bütschli (Protozoa, p. 1618) se demande si je n'ai pas confondu les globules devenus granuleux du vieux noyau avec des amas de granules d'excrétion situés dans le plasma. Ayant suivi pas à pas et un grand nombre de fois les transformations du vieux noyau jusqu'à sa disparition à l'époque de la conjugaison, une pareille confusion ne m'est guère imputable.

section. Cette différence ne peut évidemment tenir qu'à ceci, que dans le premier mérozoïte la sécrétion qui devait déterminer la dissolution des vieux articles nucléaires avait eu lieu sous l'influence du nouveau noyau, tandis que dans le second, l'absence de noyau ayant empêché la sécrétion, les vieux articles n'avaient pu être dissous et par conséquent disparaître par résorption. Cette observation est donc parfaitement conforme aux résultats de VERWORN et de HOFER, qui ont vu la digestion des aliments s'arrêter presque complètement dans les mérozoïtes sans noyau.

En réservant la question de savoir si c'est la même substance chimique qui opère la dissolution de la nucléine du vieux noyau et des matières albuminoïdes des aliments, nous voyons, par ce qui précède, que, quelle que soit la nature de cette substance, sa production, en tant que sécrétion, est abolie par l'absence du noyau. C'est donc un fait de plus à ajouter à ceux qui nous montrent que d'autres sécrétions cellulaires, telles que celle de la cellulose chez les plantes, de la cuticule chez les Ciliés, de la coquille et du mucus chez les Rhizopodes, etc., sont également sous la dépendance du noyau.

RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX FAITS CONCERNANT LA MÉROTOMIE DU STENTOR COERULEUS

1° Les fragments plus ou moins considérables séparés par mérotomie du corps d'un Stentor ferment généralement avec une grande facilité la plaie produite par la section. Cette fermeture a lieu par le rapprochement presque immédiat des bords de la plaie, rapprochement dû à l'élasticité de la cuticule et à la contractilité des fibres musculaires ou myonèmes. Lorsque la plaie a une grande étendue, sa fermeture reste souvent incomplète, et l'imbibition est probablement empêchée alors, comme dans les déchirures normales de la cuticule décrites par SCHUBERG, par la coagulation superficielle du plasma dénudé.

2° Les modifications locales de la plaie et les contractions du corps qui concourent à la fermer doivent être considérées comme des phénomènes d'excitation déterminés par le traumatisme. Cette excitation se remarque aussi dans les mouvements de locomotion, où elle se manifeste par une agitation plus rapide et moins régulière des cils vibratiles, ainsi que par la fréquence plus grande de la diastrophie ou renversement de la direction normale de la natation.

3° Les phénomènes d'excitation ci-dessus décrits s'observent aussi bien sur les fragments ou mérozoïtes qui contiennent un noyau que sur ceux qui sont dépourvus de noyau. Après cette période d'excitation, qui est généralement de courte durée, et lorsque les lois de l'équilibre ne sont pas trop profondément troublées, les fragments reprennent la régularité de leurs mouvements et leur orientation normale, se comportent en un mot comme les Stentors ordinaires ; ce n'est que plus tard que les phénomènes se différencient suivant que le fragment contient ou non un noyau.

4° Le phénomène le plus apparent et le plus remarquable de la mérotomie est la régénération rapide et complète des mérozoïtes qui contiennent tout ou partie du noyau : un seul article du chapelet nucléaire suffit pour provoquer la régénération d'une façon aussi prompte et aussi parfaite que le fait le noyau entier. Cette régénération est généralement déjà complètement achevée au bout de 24 heures, plus ou moins suivant la température.

5° Le péristome enlevé se reforme par une ébauche qui, comme dans la reproduction par division, apparaît d'abord dans la région de la face ventrale à laquelle Schuberg a donné le nom de *zone des ramifications* (Verästelungszone). Le péristome nouveau se complète ensuite par une bouche et une zone adorale, qui se forment également comme dans la division. La vésicule contractile se reproduit non comme une formation organique nouvelle du plasma, mais par une simple dilatation locale du système excréteur ancien. La reconstitution du noyau en chapelet est le dernier acte de la régénération du mérozoïte. Elle a lieu par des divisions successives du ou des articles nucléaires que le mérozoïte renfermait au début. Les articles nouveaux ayant le même

volume que les articles primitifs, il en résulte que la nucléine augmente de quantité aux dépens du plasma.

La régénération du mérozoïte est quelquefois suivie d'une tendance à la multiplication par division, autrement dit à une seconde reproduction de parties nouvelles, mais celles-ci ne tardent pas à être résorbées, et l'individu reprend son aspect primitif simple. Ce phénomène a probablement pour cause une suractivité physiologique du noyau déterminée par la lésion.

6° Les mérozoïtes qui ne contiennent aucune partie du noyau ne se régénèrent jamais en un individu complet. Ils présentent comme ceux qui renferment un noyau une courte période d'excitation se manifestant par les mêmes phénomènes. Lorsque le mérozoïte sans noyau contient la bouche ou l'anus, il ingère des aliments ou rejette les masses non digérées tout comme les individus normaux. Le noyau est donc sans influence sur l'ingestion ou l'égestion des aliments.

La survie des mérozoïtes sans noyau est de 24 à 48 heures au plus; la cause de la mort est l'altération du plasma, qui prend un aspect vacuolaire ou spongieux par suite de l'imbibition aqueuse et peut-être aussi de l'arrêt des fonctions assimilatrices. Le siège principal de l'imbibition aqueuse est probablement la plaie qui ne se ferme pas par une véritable cicatrisation, c'est-à-dire la sécrétion d'une cuticule entre ses bords. La même cause qui empêche la régénération des parties perdues s'oppose aussi à la disparition des irrégularités de forme qui sont souvent la conséquence du traumatisme qui a donné naissance au mérozoïte. Ces irrégularités disparaissent au contraire d'une façon complète, au cours de la régénération, chez les mérozoïtes nucléés.

7° L'opinion de Gruber, que le noyau est nécessaire pour donner l'impulsion à la formation des organes nouveaux et inutiles pour le développement ultérieur de ces organes, est inexacte. La présence du noyau est indispensable à tous les stades de la formation des organes.

8° Lorsque le mérozoïte sans noyau a été pris sur un individu se préparant à la division spontanée, et n'offrant encore aucune trace d'étranglement extérieur, la division

du mérozoïte a lieu comme s'il continuait à faire partie de l'individu intact; mais, tandis que celui-ci aurait donné naissance à deux rejetons complets, le mérozoïte ne produit que les portions de ces deux rejetons qui se seraient formées aux dépens de la masse de plasma qui le compose.

La division ne va que rarement jusqu'à la séparation complète des deux portions. Arrivée à un certain stade, elle rétrograde et les deux portions se confondent de nouveau en une masse commune, qui ne tarde pas à se détruire par dégénérescence. Ce n'est que lorsqu'une des deux portions est fort petite et semblable à un bourgeon de l'autre qu'elle se sépare quelquefois entièrement de celle-ci et devient indépendante, mais pour périr bientôt après. Il faut conclure de cette observation que l'impulsion qui détermine la division du plasma dans la reproduction fissipare vient du plasma lui-même, et non du noyau, mais que le noyau est nécessaire pour soutenir cette impulsion et conduire la division jusqu'au bout.

9° Le micronucléus, soit seul, soit accompagné du noyau ne joue aucun rôle dans la régénération et les autres manifestations vitales du plasma. Sa destination est d'intervenir dans les phénomènes de la conjugaison: c'est un *noyau sexuel* (Geschlechtskern), selon l'expression de Bütschli.

10° La non-intervention du micronucléus dans les phénomènes vitaux du plasma est prouvée encore par ce fait qu'il est sans influence sur la résorption intracellulaire des articles du vieux noyau, à l'époque de la conjugaison. Ce n'est que lorsque, par suite de sa fusion avec un élément congénère d'un autre individu, il est devenu un véritable noyau actif, qu'il agit sur la résorption du vieux noyau. Cette résorption, qui a une grande analogie avec la digestion et l'assimilation des aliments, a probablement lieu à la faveur d'une sécrétion ayant son siège dans le plasma, et qui est sous la dépendance du noyau comme les autres sécrétions des Protozoaires.

11° Les fragments que l'on sépare par division artificielle sur un Stentor à l'état de conjugaison se régénèrent lorsque les articles du noyau que ces fragments renferment présentent encore leur aspect clair et homogène, signe de

leur vitalité, c'est-à-dire dans les stades du début de la conjugaison. Dans les stades plus avancés, quand ces articles ont pris un aspect grisâtre et granuleux, indice de leur désorganisation prochaine, la régénération des fragments n'a plus lieu, et ceux-ci se comportent exactement comme les fragments sans noyau des individus ordinaires. Ils présentent au bout d'un certain temps les mêmes phénomènes de dégénérescence du plasma, bientôt suivis de mort. Mais ces fragments récupèrent la propriété de se régénérer et de survivre lorsque le nouveau noyau ou noyau de remplacement a fait son apparition dans le plasma et exerce toutes les fonctions d'un élément actif, comme il est dit ci-dessus. La signification physiologique de la conjugaison ressort nettement de ces faits expérimentaux.

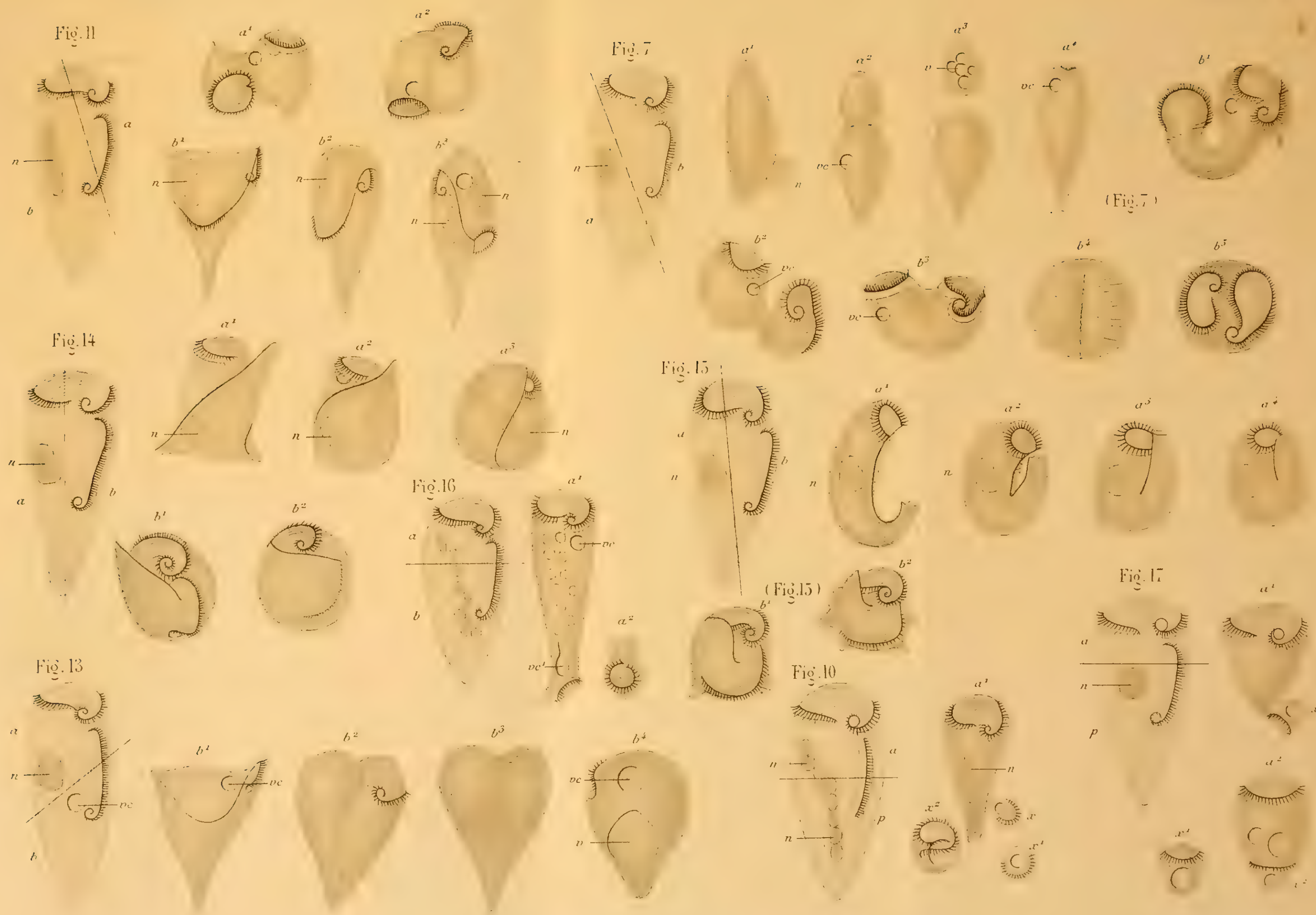


E. G. Balbiani del.

Ed. Oberlin lith.

MÉROTOMIE DU STENTOR CŒRULEUS

Imp. Edouard Bry, Paris.



E. G. Balbiani del.

Ed. Oberlin lith.

MÉROTOMIE DU STENTOR CŒRULEUS

Imp. Edouard Bry, Paris.



E.G.Balbiani del.

Ed. Oberlin lith.

MÉROTOMIE DU STENTOR CŒRULEUS

EXPLICATION DES FIGURES DES PLANCHES I-III

Nota. — Les figures n'ayant pas été disposées sur les planches dans l'ordre de succession des numéros qu'elles portent, on a, pour la facilité du lecteur, fait suivre dans l'explication des figures chacun de ces numéros de l'indication de la planche où la figure devra être cherchée. Dans le même but, les petites figures se rapportant à un même numéro ont été placées, autant que possible, à la droite de la figure principale, sur une ou deux rangées horizontales. Lorsqu'il pouvait y avoir confusion entre des groupes voisins de petites figures, le numéro afférent à chaque groupe a été répété entre parenthèses au milieu de celui-ci.

Fig. 1 (I). — Stentor divisé transversalement vers le milieu du corps en un mérozoïte antérieur *a*, et en mérozoïte postérieur *p*, dont chacun renferme la moitié du long noyau moniliforme *n*, *n* ; *a'*, *p'*, les deux mérozoïtes après que la plaie résultant de la section s'est refermée quelques instants après l'opération. *v*, vésicule contractile de l'individu primitif restée dans le mérozoïte antérieur *a'*

Fig. 2 (I). — Stentor coupé transversalement en trois mérozoïtes nucléés, qui sont régénérés chacun en un individu complet. Le segment moyen, quoique ne contenant qu'un seul article nucléaire, s'est régénéré aussi rapidement que les segments antérieur et postérieur, dont le premier, *a*, renferme six, et le second, *p*, quatre articles du noyau primitif. m^1-m^3, quelques stades de la régénération du segment moyen; Dans la figure m^3, représentant un petit Stentor parfaitement régénéré, on voit que l'article unique de *m* s'est multiplié pour former un petit chapelet de cinq grains. p^1-p^4, quatre stades de la régénération du segment postérieur *p* ; dans le premier, p^1, on voit en *s* une surface allongée transversalement, formée par la plaie incomplètement fermée, où le plasma granuleux apparaît à nu entre les lèvres de la plaie. Chez le petit individu complètement régénéré p^4, les quatre articles du début ont formé un chapelet de six grains.

Fig. 3 (I). — Stentor divisé d'abord longitudinalement en deux segments, dont celui de droite, *c*, renferme l'ancien noyau presque tout entier, sauf l'article extrême postérieur *n*, resté dans le segment de gauche.

Ce segment a été divisé ensuite transversalement en une portion antérieure, *a*, sans noyau, et une portion postérieure, *p*, contenant l'article extrême dont il vient d'être question. Le segment sans noyau s'est détruit sans s'être régénéré, après avoir présenté les aspects successifs figurés en a^1-a^4; a^1 présente en *s* la plaie encore imparfaitement refermée. Les ingesta, *i*, *i*, qu'il renfermait au moment de la section, ont été expulsés successivement ; dans la dernière période de la vie le plasma s'est rempli de vacuoles nombreuses, a^3, fusionnées ensuite en une grosse vacuole unique a^4, *v*, pendant que le plasma se rassemblait en boules granuleuses dans une substance liquide claire. b^1-b^5 montrent les divers stades de la régénération du fragemnt postérieur *b*, et la multiplication de l'article nucléaire primitif. Au stade b^4, le mérozoïte, déjà bien régénéré, a montré une tendance à se diviser ; il s'était formé un second péristome, et les grains nucléaires du stade précédent, b^3, s'étaient fusionnés en une masse ovalaire unique, b^4, *n* ; mais ces indices de division n'ont pas tardé à disparaître par la résorption du péristome de nouvelle formation et l'allongement de la masse nucléaire en un petit chapelet composé de cinq grains, b^5; on aperçoit aussi à ce stade quelques ingesta nouveaux en arrière du noyau.

Fig. 4 (I). — Individu dont la partie antérieure droite, *a*, avec la région correspondante du péristome, a été retranchée par une section oblique. La partie enle-

vée ne contient aucune portion du noyau, resté tout entier dans le fragment principal *b*; a^1, a^2 montrent la torsion et les déformations subies par le petit fragment dans les premiers temps qui ont suivi la section; *s*, surface encore dénudée de la plaie chez a^1; *v*, grosse vacuole aqueuse formée dans le plasma chez a^2.

Fig. 5 (I). — Section d'un Stentor en voie de division spontanée. Le nouveau péristome, *pn*, est déjà bien développé, et le chapelet nucléaire contracté en deux masses arrondies, inégales, *n*, *n*, par la coalescence de ses articles. La section passe obliquement entre les deux masses, de manière à emporter la partie postérieure du corps avec la plus petite des deux masses nucléaires. On voit par les figures p^1-p^4 que cette partie postérieure s'est complètement régénérée, et que la masse nucléaire *n* s'est transformée en un petit chapelet, composé de trois grains. Il s'est produit aussi une vésicule contractile nouvelle, *vc*, à la partie antérieure du mérozoïte p^4.

Fig. 6 (I). — Stentor en voie de division spontanée, avec le noyau ramassé en deux boules, *n*, vers le centre du corps. La section, oblique d'avant en arrière et de droite à gauche, a donné naissance à deux mérozoïtes, dont l'un a emporté la région adorale de l'ancien péristome avec la région adorale et la bouche du péristome de nouvelle formation, plus, enfin, les deux masses nucléaires. L'autre mérozoïte *b* possède le surplus des deux péristomes, et est sans noyau. On voit en a^1-a^4 que la division s'est continuée sur le mérozoïte nucléé, *a*, de manière à donner naissance à deux rejetons encore informes, a^3, a^4, mais qui seraient devenus probablement deux individus bien constitués si le mérozoïte avait vécu plus longtemps. On y constate aussi que les transformations du noyau, *n*, *n*, ont suivi une marche régulière comme dans la division spontanée d'un individu normal. Malgré l'absence de noyau chez le mérozoïte *b*, celui-ci a montré aussi une tendance à se diviser en deux rejetons, b^1, b^2; mais, sauf une vésicule contractile, *vc*, *vc*, dans chaque segment, aucune régénération d'organes n'a eu lieu, et ils sont morts par vacuolisation sans que leur séparation se fût effectuée (voyez Expérience I sur les Stentors en voie de division).

Fig. 7 (II). — Stentor se préparant à la division. La section l'a partagé en deux mérozoïtes obliques, dont l'un, *a*, a conservé le noyau contracté en boule, *n*, tandis que l'autre, *b*, a emporté les deux péristomes tout entiers, mais il est sans noyau. Quelques instants après l'opération, le noyau, *n*, du mérozoïte a^1 s'étant échappé par la plaie, celui-ci se trouve à l'état énucléé comme *b*. Nonobstant, chaque mérozoïte tend à se diviser en deux segments, comme s'il était resté en place chez l'individu primitif. Les deux segments s'isolent même complètement l'un de l'autre chez a^1 (en a^3), mais sont incapables de devenir des individus complets, à cause de l'absence de noyau; on constate seulement chez le postérieur, plus grand, a^4, une vésicule contractile, *vc*, qui, peut-être, préexistait, et un petit bouquet de cils au pôle antérieur. Chez *b*, la division se continua jusqu'à un stade assez avancé, b^1, b^2, et il se produisit ainsi deux nouveaux rejetons, tournés en sens inverse l'un de l'autre, dont l'un était muni de l'ancien péristome, et l'autre du péristome de nouvelle formation de l'individu primitif; mais au lieu de continuer à se séparer l'un de l'autre, les deux rejetons se rapprochèrent de nouveau, b^3, et se soudèrent intimement en une masse arrondie, unique, b^5, montrant à son pôle antérieur les deux péristomes rapprochés et dirigés en sens inverse; b^4, la même masse commune, vue par le pôle postérieur, que traverse en son milieu un raphé, auquel aboutissent de part et d'autre les stries ectoplasmiques des deux individus soudés (voy. Expérience II sur les Stentors en voie de division).

Fig. 8 (I). — Stentor se préparant à la division. La section passant à travers le noyau contracté *n*, a partagé celui-ci en deux moitiés, dont chacune reste dans le mérozoïte correspondant. Toutefois, le mérozoïte *b* n'a pas tardé à s'énucléer spontanément par l'issue du noyau à travers la plaie. Comme dans le cas précédent, chacun des deux mérozoïtes a présenté des signes de division. Chez *a*, le noyau s'est fragmenté en cinq articles, qui sont restés dans le segment antérieur, presque complètement régénéré, a^2, tandis que le segment postérieur ne présente aucun organe nouveau, et a pris une forme irrégulière. Ces deux segments

se sont ensuite placés parallèlement l'un à l'autre, et, après divers changements de forme et de position, a^3, a^4, se sont de nouveau fusionnés en un corps unique a^5 ; c'est à ce moment qu'un second péristome s'est montré à côté du premier, comme pour attester la duplicité de la masse. Le mérozoïte sans noyau *b* arrivé à un stade avancé de la division, et présentant deux rejetons presque normaux, est mort avant que ceux-ci se soient séparés : la séparation ne se serait d'ailleurs probablement pas effectuée, comme cela s'observe le plus souvent dans la division des mérozoïtes sans noyau (voy. Expérience IV sur les Stentors en voie de division spontanée).

Fig. 9 (III). — Stentor en voie de division. Le mérozoïte sans noyau a^1-a^5, a présenté, à un certain moment de son existence, a^2, un petit corps, semblable à un bourgeon pédonculé *x*, adhérent à sa partie postérieure. Ce petit corps est formé probablement par une petite quantité de plasma du rejeton postérieur qui se serait produit aux dépens de l'individu primitif intact. Le mérozoïte nucléé b^1 s'apprêtait à se diviser en deux rejetons inégaux b^2, qui auraient fini par constituer deux Stentors parfaitement normaux, grâce au fragment de noyau *n*, *n*, que chacun d'eux renfermait, s'ils n'étaient pas morts par accident (voy. Expérience IV sur les Stentors en voie de division).

Fig. 10 (II). — Stentor au premier stade de la division spontanée ; péristome jeune, sans bouche ; noyau, *n*, *n*, non encore contracté en boule. Le mérozoïte antérieur nucléé *a* présente au cours de son évolution un petit corps gemmiforme pédonculé, fixé à sa partie postérieure, *x*. Son bord antérieur est garni d'un demi-cercle de cils vibratiles, ayant pour origine la portion antérieure de la nouvelle rangée ciliaire de *a*, qui a été emportée par la section. Le petit corps *x* s'est ensuite détaché de l'individu principal pour mener pendant près d'un jour une vie libre, x^1 ; après quoi, il s'est rempli d'une grosse vacuole aqueuse x^2, et est mort. Le mérozoïte a^1 s'est ensuite régénéré en un petit Stentor bien constitué, grâce au noyau qu'il renferme. Le mérozoïte postérieur *p* de l'individu primitif s'est détruit par diffluence peu de moments après l'opération (voy. Expérience V sur les Stentors en voie de division).

Fig. 11 (II). — Stentor en voie de division. Le mérozoïte sans noyau, *a*, a formé deux petits rejetons, a^1, placés dans une situation inverse l'un par rapport à l'autre ; mais au lieu d'achever de se séparer, ils se soudent par une plus large surface, a^2, et ne tardent pas à se détruire. Le mérozoïte nucléé, *b*, présente le mode d'occlusion de la plaie, b^2, b^3, qui a lieu par rabattement du grand lambeau sur la surface de section ; l'observation n'a pu être suivie au-delà du stade b^3, où le noyau en forme de boudin *n*, du stade b^1, s'est divisé en un grand nombre d'articles distincts, *n*, *n*, (voy. Expérience VI sur les Stentors en voie de division).

Fig. 12 (III). — Le mérozoïte *a*, sans noyau, s'est détruit quelques instants après la section. Le mérozoïte nucléé b^1 donne naissance, pendant qu'il se régénère, b^2, à un petit rejeton antérieur très incomplet, *x*, sans péristome, sans zone adorale et sans bouche, mais pourvu d'un noyau *n*, formé par un fragment du noyau du grand individu ; *x*, après s'être séparé de ce dernier, a vécu une heure et demie à l'état libre ; il est traité, étant sur le point de mourir, par un réactif, qui met bien en évidence son noyau relativement volumineux, x^2 (voy. Expérience VII sur les Stentors en voie de division).

Fig. 13 (II). — Le mérozoïte antérieur nucléé, *n*, se détruit après la section. Le mérozoïte postérieur, sans noyau, *b*, muni de la nouvelle bouche et de la nouvelle vésicule contractile, est représenté en b^1 après que le lambeau postérieur de la plaie s'est rabattu sur celle-ci pour la fermer, immédiatement après la section. Plus tard, ce mérozoïte présente une tendance à se diviser en deux moitiés par un sillon longitudinal médian, aussi bien visible à la face ventrale, b^2, qu'à la face dorsale, b^3 ; mais bientôt ce sillon s'efface, et les deux moitiés se réunissent de nouveau en une seule masse b^4, qui ne tarde pas à se remplir d'une grande vacuole aqueuse, *v*, et à mourir (voy. Expérience VIII sur les Stentors en voie de division).

Fig. 14 (II). — Stentor en voie de fissiparité, divisé de bout en bout en deux mérozoïtes longitudinaux, dont l'un, *a*, renferme le noyau, tandis que l'autre, *b'*, emporte l'ancienne bouche et tout le nouveau péristome, mais est sans noyau. Les figures a^1-a^3 montrent comment la plaie produite par la section s'est refermée chez ce mérozoïte par sa partie postérieure relevée et appliquée contre la surface de section ; on y voit aussi les transformations de son noyau *n* ; mais la mort est survenue avant qu'il ait commencé à se régénérer ; *b'*, b^2 montrent également sous deux aspects successifs l'occlusion de la plaie chez le mérozoïte *b* (voyez Expérience IX sur les Stentors en voie de division).

Fig. 15 (II). — Les deux mérozoïtes *a* et *b* montrent à peu près les mêmes faits que *a* et *b* de la figure précédente. On remarquera les saillies anguleuses du mérozoïte *b*, après qu'il s'est ramassé sur lui-même b^2, b^3, pour fermer la plaie (voy. Expérience X sur les Stentors en voie de division).

Fig. 16 (II). — Le mérozoïte antérieur nucléé *a* est complètement régénéré en a^1, sauf qu'il présente encore à son extrémité postérieure, sous la forme d'une petite surface circulaire striée et entourée de cils vibratiles, a^2, la petite portion du nouveau péristome de l'individu primitif qui avait été emportée par la section. On voit aussi en avant de ce petit péristome une vésicule contractile nouvellement formée, *vc'*. Enfin les deux grains nucléaires primitifs de *a* se sont considérablement multipliés en *a'*. A un stade plus avancé, le petit péristome anormal et la vésicule contractile *vc'* ont disparu par résorption, et *a'* a pris la forme d'un Stentor complet (voy. Expérience XI sur les Stentors en voie de division).

Fig. 17 (II). — Le mérozoïte antérieur, non nucléé, a^1, présente, comme *a'* de la figure précédente, à sa partie postérieure, la petite portion du nouveau péristome de l'individu primitif qui a été enlevée par la section avec le mérozoïte *a* ; mais elle surmonte ici un petit rejeton *x*, x^1, fixé par le bord de son péristome à la pointe effilée de a^1. Le petit rejeton lui-même est formé par une petite portion du plasma qui, chez l'individu intact, aurait servi à constituer un rejeton postérieur bien développé. Au lieu d'achever de se séparer par la rupture du mince filament qui le retient au gros individu, il s'applique de plus en plus étroitement par son péristome contre la partie postérieure de celui-ci, et ne forme plus qu'un corps avec lui, a^2, x^2 ; ils meurent tous deux par vacuolisation dans cette position (voy. Expérience XII sur les Stentors en voie de division).

Fig. 18 (III). — Stentors mérotomisés à l'état de conjugaison. La conjugaison était arrivée à un stade avancé ; les articles du noyau s'étaient séparés et dispersés dans le plasma, et ils avaient pris l'aspect grisâtre et granuleux indiquant leur disparition prochaine. Le nouveau noyau n'avait pas encore fait son apparition dans les deux conjugués ; et les micronucléus n'étaient plus visibles. Après la section, qui a séparé la partie antérieure du couple, les deux fragments sont restés à l'état de conjugaison, A^1 ; ils ne se sont pas régénérés en deux Stentors complets, et leur adhérence est devenue plus intime, A^2. Le fragment postérieur a^1, du conjoint de gauche, seul survivant des deux, ne s'est que très incomplètement régénéré, malgré les sept articles nucléaires, *n n*, qu'il renferme. Pendant les 48 heures qu'il a vécu, il ne s'est produit à sa partie antérieure qu'un petit péristome entouré d'un cercle de cils vibratiles, mais dépourvu de bouche, a^2 a^3 ; il commence même à se remplir de vacuoles aqueuses, *v*, comme les fragments sans noyau, et ne tarde pas à périr. Les articles du noyau ont donc presque complètement perdu leur faculté régénératrice à la fin de la conjugaison (voy. Expérience I sur les Stentors à l'état de conjugaison).

Fig. 19 (III). — Un seul des deux conjoints d'un couple a été sectionné à la partie antérieure, de manière que tous les articles du vieux noyau, *n*, sont restés dans le fragment postérieur *b* (petite figure au-dessous de la grande), et que le fragment antérieur *a* n'en renferme aucun. Ce fragment *a* s'est séparé du conjoint *c* le lendemain. Les deux fragments *a* et *b*, dont l'un est sans noyau, a^1, a^2, et dont l'autre contient de nombreux articles du vieux noyau, *b*, b^1, se comportent de même : ils meurent tous deux sans se régénérer (voy. Expérience III sur les Stentors conjugués).

Fig. 20 (III). — Le conjoint de droite d'un couple arrivé à la fin de la conjugaison et renfermant de nombreux articles épars du vieux noyau, est divisé en deux mérozoïtes longitudinaux *a*, *b*, dont chacun renferme un certain nombre de ces articles ; *a*, après avoir pris successivement des formes très irrégulières, a^1, a^2, meurt sans se régénérer. Chez *b*, la régénération reste en suspens, et le corps présente des déformations, b^1, b^2, tant que le nouveau noyau n'est pas encore visible ; dès qu'il a commencé à se montrer (*nn*, *nn* dans b^2), la régénération marche rapidement et le mérozoïte devient un Stentor complet, b^3 ; c'est aussi à partir de ce moment que les articles du vieux noyau se sont successivement résorbés dans le plasma : dans b^2, on n'en voit plus qu'un seul, *n*, à côté du nouveau noyau *nn*, *nn* (voy. Expérience IV sur les Stentors conjugués).

Fig. 21, 22, 23 (III). — Ces figures montrent sous divers aspects des mérozoïtes enroulés sur eux-mêmes, tels qu'on les observe presque immédiatement après la section. L'enroulement a pour but de recouvrir la plaie plus ou moins large produite par l'opération et de la soustraire au contact de l'eau. Dans la figure 21, la plaie est restée encore à découvert dans une petite étendue, et montre à son fond le plasma granuleux, dénudé de sa couche ectoplasmique.

Fig. 24. — Stentor régénéré, vu par la face dorsale ; on y aperçoit la bande ectoplasmique nouvellement formée, avec ses stries granuleuses, qui est venue recouvrir la longue plaie longitudinale produite par la section. Vers la partie antérieure de cette bande, on voit un espace transversal clair où les stries manquent encore.

UN SCHÉMA DU MÉCANISME DE L'INFECTION

PAR

Le professeur E. TAVEL

L'étude bactériologique des maladies infectieuses a profondément modifié notre manière de concevoir leur nature et le mécanisme de leur production. Leur nom seul, traduction souvent trop fidèle de théories erronées, reste pour nous rappeler l'obscurité qui régnait autour d'une infection, et pour dérouter l'esprit de celui qui commence à les étudier.

Prenons quelques exemples.

La *pyémie* était considérée comme une complication chirurgicale spéciale, produite par un organisme qu'on croyait spécifique. La spécificité de la maladie a disparu depuis qu'on a reconnu qu'elle était produite par des organismes capables de produire une foule d'autres manifestations cliniques. Le nom lui-même, qui étymologiquement signifie infection purulente du sang, éveille une idée qui ne correspond pas à la réalité.

Il n'est, en effet, pas besoin que du pus soit résorbé dans la circulation, pour amener le syndrome clinique de la pyémie; la présence des microbes seule peut suffire, l'expérimentation le prouve.

Pourquoi dès lors conserver un terme qui ne prête qu'à confusions?

Désigne-t-il au moins un état clinique parfaitement déterminé?

Ce n'est pas non plus le cas, puisqu'il est impossible de tracer une limite entre l'infection métastatique multiple qu'on décorait de ce nom et une infection métastatique à foyer unique, telle que l'ostéomyélite, la strumite succédant à un foyer primaire quelconque.

La multiplicité des localisations pourrait être avancée

comme quelque chose de caractéristique, mais elle n'a rien de spécial à l'infection streptococcienne ou staphylococcienne. La tuberculose, la morve, la syphilis font des localisations multiples, et personne ne songera cependant à faire de la tuberculose multiple une maladie à part, parce qu'elle est multiple et que par sa multiplicité elle produit certains symptômes qu'un foyer unique ne produira pas.

Il est donc logiquement absurde de vouloir séparer sous une étiquette distincte un groupe d'infections auxquelles il manque l'unité étiologique et la spécificité. C'est une distinction artificielle qui ne sert qu'à compliquer et à dérouter.

Prenons un autre exemple :

La *septicémie :* étymologiquement infection putride du sang, putréfaction du sang.

L'analyse bactériologique nous montre que, dans les cas classés dans ce chapitre, les bactéries de la putréfaction ne jouent pas nécessairement un rôle. Il peut même ne pas y avoir de bactéries dans le sang d'un malade que le clinicien taxera de septicémique.

Le syndrome de la septicémie peut résulter de deux processus absolument différents : il peut y avoir un foyer local avec résorption de produits bactériens seulement, ou bien une pénétration de bactéries dans le sang, suivie de leur développement dans ce liquide.

L'école de Koch demande avec raison qu'on sépare cette septicémie toxique de la septicémie bactérienne, et l'importance de cette distinction au point de vue théorique et pratique saute aux yeux.

Par contre, il est très malheureux qu'on ait conservé le mot de septicémie pour désigner l'infection bactérienne du sang. La logique se refuse à accepter une dénomination si fausse.

Pourquoi appeler putréfaction du sang le développement dans le sang d'organismes très divers n'ayant ordinairement rien à faire avec les agents de la putréfaction.

Ne serait-il pas infiniment plus correct d'appeler l'infection du sang *bactériémie* et de préciser ensuite par un adjectif la nature de cette infection.

La septicémie n'est ni une unité étiologique, puisque des

organismes très différents peuvent la produire ; ni une unité pathogénétique, puisque les mêmes symptômes sont produits par un mécanisme infectieux varié ; ni une unité clinique, puisque les symptômes sont absolument différents suivant qu'elle est produite par le streptocoque, l'œdème malin ou d'autres bactéries encore.

On fait donc mieux de renoncer à des termes créés pour traduire non des faits, mais des théories reconnues fausses dès lors.

Il faut commencer par étudier les maladies infectieuses au point de vue de l'étiologie et de la pathogénie, et ensuite on pourra les classer et les dénommer. Il est bon, dans ce but, de tenir compte d'une série de possibilités dans la provenance, le développement, la pénétration des microbes dans l'organisme et l'action de leurs produits de sécrétion.

Il m'a paru avantageux dans ce but d'établir un schéma servant à fixer dans chaque cas donné le mécanisme de l'infection, et la part des différents facteurs dans la production des symptômes cliniques. Le schéma a toujours l'avantage de fixer exactement les faits, d'aider à les comprendre et à ne pas oublier d'en étudier les différentes parties.

Normalement nos tissus profonds ne renferment pas de microbes, le sang aussi est ordinairement stérile. Il n'est pas douteux que souvent des microbes pénètrent dans la circulation, mais ils y trouvent rapidement la mort quand le sang ou les tissus ne se prêtent pas à leur développement dont la conséquence est un foyer infectieux.

La surface de notre corps se comporte tout différemment vis-à-vis des microbes. Ces derniers peuvent, sans produire nécessairement des désordres, sans amener une infection, vivre, se multiplier même en consommant les restes inutiles de nos tissus superficiels.

Dans de certaines conditions, cette vie saprophytique pourra devenir parasitaire et alors ce ne seront plus seulement les parties mortes, mais aussi les parties vivantes de nos tissus qui serviront de pâture aux microbes.

La présence de ces microbes saprophytiques qui peuvent devenir parasitaires constituera donc un danger tout particulier pour la surface de notre corps, et par là il faut

entendre non seulement la surface externe, la peau, mais aussi la surface interne, les muqueuses, voire même les organes glandulaires, qui sont accessibles aux microbes par voie de propagation directe sur les surfaces épithéliales.

Il est très important dans la pathogénie de l'infection, de distinguer entre ces infections par développement ou pénétration directe et les infections par transport au moyen du sang, c'est-à-dire entre les *infections directes* et les infections d'*origine hématogène*.

Certains organes seront très exceptionnellement le siège d'une infection directe; ainsi la glande thyroïde, qui n'a pas de canal excréteur par lequel pourrait se faire une propagation directe.

D'autres organes peuvent être atteints des deux manières. Dans le testicule par exemple on observe des infections directes produites par le bacille de la tuberculose, le gonococcus et des infections d'origine hématogène produites par les microbes de la parotidite, de la malaria, de la syphilis, de la variole.

La peau et les muqueuses sont exceptionnellement le siège d'infections d'origine hématogène, les infections directes y sont beaucoup plus fréquentes; c'est là qu'en tout cas il faudra toujours chercher les portes d'entrée des microbes.

Dans mon schéma, je représenterai par la ligne *A* les surfaces servant de porte d'entrée aux microbes, je placerai sur cette ligne les infections *directes*.

La ligne C représentera les tissus et organes accessibles aux microbes par voie *hématogène* et je figurerai sur cette ligne les infections de cet ordre.

La ligne *B* sera le trait d'union nécessaire entre les portes d'entrée et les organes représentés par la ligne C, elle figurera la *circulation sanguine*.

C'est le long de cette ligne que seront indiqués les rapports de l'infection avec le système circulatoire sanguin.

Dans un schéma du mécanisme de l'infection il faudra indiquer non seulement le *développement des microbes en foyers*, mais aussi leur *présence* et leur propagation dans certaines voies de communication sans accompagnement de phénomènes inflammatoires ou infectieux sérieux.

Le développement en foyer sera représenté par un *cercle* (*fig.* 2, *a*) et la présence, la propagation simple, sera représentée par une *ligne* (*fig.* 2 *b* et *b'*).

Tant que la propagation sera directe sans l'intermédiaire de la circulation sanguine, la ligne sera horizontale et parallèle aux lignes A et C (*b*) ; quand la propagation se fera par l'intermédiaire de la circulation, la ligne sera verticale et parallèle à la ligne B (*b'*.)

Une infection, par exemple, qui aurait un premier foyer à la surface de la peau, un foyer consécutif dans un ganglion lymphatique éloigné, et un troisième foyer dans un organe où des microbes n'ont pu arriver que par la voie sanguine, sera représenté par deux cercles sur la ligne A réunis par une ligne parallèle à A ; du second cercle partira une ligne parallèle à B qui aboutira à un cercle sur la ligne C.

La ligne parallèle à A représentera les vaisseaux lymphatiques qui auront servi à transporter les germes du foyer cutané au foyer lymphadénitique, la ligne parallèle à B indiquera que c'est la circulation qui aura transporté des microbes du foyer lymphadénitique au foyer hématogène.

Il est à remarquer qu'il ne sera pas toujours nécessaire qu'il y ait un premier foyer superficiel pour donner lieu à des foyers profonds, soit directs, soit d'origine hématogène.

Les nombreux travaux sur le passage des microbes à travers la surface normale de la peau et des muqueuses ont montré qu'à la suite du passage actif ou passif des microbes à travers nos surfaces il pouvait se produire des foyers plus ou moins éloignés des portes d'entrée, soit par voie de propagation directe par les lymphatiques, soit par la voie hématogène.

Ces foyers pourront être appelés infections par *résorption*.

On pourra donc, pour rester fidèle à la division en infections directes et hématogènes, séparer le groupe des infections par résorption, en deux catégories :

Les *infections par résorption directes*, les *infections par résorption hématogènes*. Les premières seront repré-

sentées par une ligne horizontale aboutissant à un cercle sur la ligne A, les secondes par une ligne parallèle à B aboutissant à un cercle sur la ligne C.

La résorption simple ou consécutive à un foyer primaire peut ne pas être suivie d'un foyer secondaire. Ce fait sera, dans notre schéma, indiqué par une simple ligne et se présente dans nombre d'infections.

Une analyse bactériologique du sang montrera s'il y a résorption bactérienne ou non; ce fait est important pour le pronostic, car, d'après nos recherches, elle accompagne presque toujours les cas graves, mais est rare dans les cas bénins, tandis qu'*Eiselsberg* la trouve toujours.

La résorption bactérienne dans le sang n'est pas seulement importante à constater au point de vue du pronostic d'une affection locale ; nous avons vu qu'elle pouvait donner lieu à des foyers secondaires dans les organes profonds, elle peut de plus donner lieu à un développement dans le sang même, qui alors ne sert plus seulement de véhicule, de moyen de transport aux microbes, mais aussi de terrain de culture: nous aurons alors un véritable foyer sanguin qu'au lieu de nommer septicémie on pourrait appeler *bactériémie* si l'on ne veut employer qu'un terme général.

Si l'on peut préciser le genre des microbes qui produisent ce foyer sanguin, on pourra ajouter un adjectif et dire bactériémie streptococcienne, staphylococcienne, charbonneuse, etc. Dans mon schéma j'indiquerai ce foyer sanguin cette bactériémie par un cercle sur la ligne de résorption (*fig.* 2, *c*).

Comme tout autre foyer, la bactériémie peut être secondaire à un foyer primaire, peut être la suite d'une simple résorption et peut enfin être suivie elle-même de foyers secondaires.

Quand dans une infection causée par une espèce microbienne unique il y a plusieurs foyers, il se peut qu'ils soient la conséquence d'une cause commune, ou qu'ils soient sous la dépendance les uns des autres.

Dans ce dernier cas, on pourra diviser les foyers en *primaires* et *secondaires*.

Le *foyer primaire* est celui qui inaugure la série et dont dépendent les autres foyers.

Les *foyers* ou *localisations secondaires* sont la conséquence du foyer primaire et en dépendent.

Il faudra distinguer dans ces localisations secondaires deux ordres de foyers :

1° Les *infections par continuité*, c'est-à-dire les infections secondaires résultant de la propagation des microbes dans le domaine des infections directes, par voie lymphatique, par le tissu cellulaire, les gaines, etc. On suppose toujours ici que certaines parties sont simplement traversées, tandis que d'autres servent de terrain pour le développement en foyers ;

2° Les *infections métastatiques*, c'est-à-dire les localisations secondaires consécutives à un transport par voie sanguine. Dans le schéma, les foyers métastatiques seront donc du fait de leur origine hématogène, figurés sur la ligne C, tandis que des infections par continuité seront placées sur la même ligne que le foyer primaire dont elles dépendent.

Quand plusieurs foyers sont la conséquence d'une cause commune, on indiquera simplement par un chiffre le nombre des foyers, et on désignera par quelques mots les organes atteints (Voir les schémas VIII, X, XI).

Nous avons jusqu'ici supposé l'action d'une seule espèce de microbes agissant pour produire un ou plusieurs foyers infectieux directs ou hématogènes.

Il peut arriver que deux ou plusieurs infections différentes soient sous la dépendance les unes des autres, qu'une maladie en amène une seconde. *Bouchard* a proposé avec beaucoup d'à-propos de remplacer les anciennes dénominations de primaires et secondaires qui prêtent à la confusion avec les foyers primaires et secondaires d'une infection unique, par les termes de *protopathique* et *deutéropathique*, l'affection protopathique étant la première en date et causant l'affection deutéropathique.

Prenons pour exemple un des cas qu'il cite lui-même :

Dans les complications de la grippe il trouve trois organismes différents, et il conclut de leur étude que ces complications ne sont pas des localisations secondaires de la grippe, mais des autoinfections causées par une inconnue la grippe, qui peut être une maladie infectieuse.

Si les recherches de Canon et Kitasato se vérifiaient

la grippe pourrait être dans beaucoup de cas considérée comme une bactériémie spécifique et protopathique causant des auto-infections deutéropathiques directes, telles que la pneumonie, le catarrhe intestinal, etc., et des infections hématogènes telles que abcès, méningite, strumite.

Une infection composée de deux ou plusieurs infections marchant simultanément ou sous la dépendance les uns des autres sera dite *complexe*.

Dans les rapports entre l'infection protopathique et l'infection deutéropathique il pourra se présenter différentes éventualités.

L'infection deutéropathique se greffe sur l'infection protopathique, et forme avec elle un seul et même foyer. Dans ce cas le schéma figurera ces deux infections réunies par des cercles empiétant l'un sur l'autre; le foyer protopathique, premier en date, se trouvant à gauche, le foyer deutéropathique second en date, se trouvant à droite (*fig.* 2 *e*).

Il va sans dire qu'une infection deutéropathique peut se greffer soit sur le foyer primaire, soit sur un foyer secondaire de l'infection protopathique.

L'infection protopathique a-t-elle plusieurs foyers secondaires, et l'un ou l'autre de ces foyers deviennent-ils le siège d'une infection d'ordre deutéropathique? il faudra séparer ce ou ces foyers sur le schéma. Ceci se fera très simplement au moyen d'une bifurcation de la ligne aboutissant à ces foyers, auxquels on surajoutera les signes correspondants aux infections deutéropathiques (voyez schéma VIII).

Dans le cas où les foyers de l'infection protopathique et de l'infection deutéropathique sont séparés, distants les uns des autres, le schéma les représentera aussi par des cercles séparés (*fig.* 2, *f*).

La catégorie d'infections décrite, les infections complexes, ne doit pas être confondue avec celle des *infections mixtes*.

Sous ce nom, on a jusqu'ici désigné soit les infections complexes, soit les infections mixtes vraies.

Dunin a attiré l'attention sur la différence qu'il fallait

faire entre ces deux groupes sans toutefois les séparer définitivement en leur donnant des noms différents.

Tandis que, dans l'infection complexe, nous avons des infections séparées ou réunies, mais sous la dépendance l'une de l'autre, l'une étant la cause de l'autre, dans l'infection mixte vraie nous avons une association microbienne, c'est-à-dire des microbes entrant ensemble dans l'organisme et y agissant de concert.

On parlera de *symbiose* quand cette association sera nécessaire.

Verneuil a divisé les foyers purulents en abcès mono- et polymicrobiques ; il semble logique d'étendre cette désignation très bien trouvée aux infections en général, et de parler d'*infections monomicrobiques* et *polymicrobiques* ; l'infection polymicrobique étant l'infection mixte, l'association microbienne.

On pourra dans le schéma indiquer l'infection polymicrobique par des cercles concentriques, le nombre des cercles correspondant à celui des organismes trouvés (*fig.* 2, *d*).

L'importance relative des différentes espèces correspondra à la grandeur des cercles. Le cercle extérieur, représentera l'organisme qui joue le rôle principal. Le cercle intérieur celui qu'on estime avoir le moins participé à la production du foyer.

On tient de cette façon aussi compte de la division de *Verneuil* en *bactéries pyogènes* et *pyocoles*, tout en atténuant ce que cette division a d'un peu artificiel et de trop tranché. On ne se représente en effet pas facilement qu'un microbe se développe dans un foyer infectieux sans contribuer aussi, pour sa part, à la production des symptômes. Il est, en tout cas, très important de déterminer dans chaque cas particulier si l'infection est mono ou polymicrobique.

On trouvera souvent par là des indications utiles sur la pathogénie.

Il est rare en effet que les infections d'origine hématogènes soient polymicrobiques, comme aussi il est de règle que les infections directes soient polymicrobiques.

Ce fait est facile à comprendre. Nos surfaces étant cou-

vertes de microbes, une auto-infection résultera ordinairement du développement de plusieurs espèces ; il sera rare aussi que dans une infection traumatique une seule espèce soit importée, ou qu'il s'en développe une seule à l'exclusion des autres.

Pour les infections hématogènes, ce sera tout autre chose ; d'abord certaines espèces entrent plus facilement que d'autres dans la circulation, ensuite le sang opèrera ordinairement un triage mécanique, en dissociant des microbes réunis en groupes, physiologique en tuant les uns et non les autres. La conséquence sera que les foyers hématogènes seront ordinairement monomicrobiques.

Si donc la pathogénie est obscure, il faudra pencher pour une infection directe si elle est polymicrobique, hématogène si elle est monomicrobique.

Il va sans dire qu'il y a des exceptions à cette règle et qu'on observe des infections directes monomicrobiques et des infections hématogènes polymicrobiques.

J'ai observé un cas type d'infection métastatique multiple polymicrobique (pyémie).

Certaines maladies infectieuses sont dues à des microbes banaux qui vivent à la surface de nos muqueuses ou de notre épiderme et qui, après avoir longtemps peut-être vécu en saprophytes des produits inutiles de nos tissus, deviennent, par une raison quelconque, parasites et vivent aux dépens de nos tissus.

Cette raison peut être une augmentation de la virulence des microbes, une diminution de la résistance de nos tissus ou une lésion de ceux-ci.

Ce sont les *auto-infections* en opposition aux *hétéro-infections* causées par des microbes qui ne vivent sur notre corps qu'en parasites et ne s'y trouvent donc pas sans mourir rapidement ou causer par leur multiplication un foyer, une maladie. Au point de vue de l'hygiène surtout, il est très important de distinguer entre ces deux ordres d'infections.

Il ne sera du reste pas toujours facile de faire cette détermination. Une endométrite streptococcienne par exemple pourra être une auto ou une hétéro-infection : hétéro-infection s'il est démontré que les streptocoques ont été apportés

du dehors ou qu'ils ne se trouvaient pas dans le canal génital ; auto-infection s'il est démontré que ces streptocoques se trouvaient là avant que l'infection se soit produite, ou si l'on peut exclure la possibilité d'un apport du dehors.

Les acnés, furoncles à staphylocoques dorés peuvent être considérés comme des hétéro-infections si, avec *Unna*, on admet la présence de ces microbes à la surface de notre peau comme exceptionnelle. Une angine à staphylocoques devra au contraire être considérée comme une auto infection, ces microbes se trouvant normalement dans la bouche.

Dans mon schéma, habituellement je représente l'hétéro-infection par des cercles et lignes bleus, l'auto-infection par des cercles et lignes rouges.

Pour éviter des couleurs sur les planches de ce mémoire, je représente l'hétéro-infection par un cercle et une ligne noires, l'auto-infection par un cercle et une ligne pointillés (*fig* 2, *g* et *h*).

Nous n'avons jusqu'ici tenu compte que des microbes eux-mêmes, de leur mode de pénétration, de leur multiplication dans les tissus et dans le sang, du nombre des foyers, de la provenance des microbes, de l'action simultanée des microbes agissant ensemble (infections mixtes) et de l'action réciproque des microbes pour le développement d'infections complexes.

Nous n'avons pas tenu compte de l'action des produits bactériens sur l'organisme. Ces produits sont la cause directe de la maladie, tandis que les microbes n'en sont que la cause indirecte. Ils sont en particulier la cause des phénomènes généraux qui accompagnent les infections même absolument locales.

Il est nécessaire dans un schéma de l'infection de tenir compte de l'action de ces produits de sécrétion des microbes qu'on peut distinguer en deux classes :

1° Les *ptomaïnes*, ammoniaques composées, dont quelques-unes agissent à la manière de poisons chimiques comme les alcaloïdes, ce sont les *toxines*.

2° Les *ferments*, matières albuminoïdes dont quelques-unes sont aussi de vrais poisons, les *toxalbumines*, capables de demeurer longtemps dans l'organisme et d'y exercer leur rôle délétère par leur action fermentative.

Ces deux ordres de poisons étant nécessairement sécrétés par les microbes pathogènes exerceront toujours leur action là où il y a foyer infectieux. Il ne sera donc pas nécessaire de compliquer le schéma en l'indiquant ; mais à côté de l'action locale il peut y avoir par la résorption de ces produits une action générale sur l'organisme qui se traduit par de la fièvre, des symptômes nerveux, troubles digestifs, etc., avec lesquels il faut compter souvent plus encore qu'avec les foyers locaux qui produisent ces poisons.

En parlant du syndrome clinique de la septicémie, nous avons vu qu'il pouvait être produit, soit par la présence des microbes et de leurs produits dans le sang, soit par l'action de leurs produits seuls.

A côté et indépendamment de la bactériémie, on pourra avoir par la résorption de ces toxines et de ces toxalbumines une intoxication du sang que je proposerais d'appeler *toxinémie* et *toxalbuminémie*.

Des infections même purement locales, comme le typhus, la diphtérie, la pneumonie, le tétanos, pourront par cette intoxication du sang avoir le caractère d'infections générales.

Les recherches bactériologiques de l'état du sang pourront seules montrer quel est le rôle joué par ces poisons.

Il faudra, dans chaque cas particulier, rechercher si le passage des microbes et leur développement dans le sang ont produit les symptômes, ou si c'est la résorption des produits seuls qui agit.

Comme pour la bactériémie, on pourra, au moyen d'un adjectif, préciser la nature de cette intoxication du sang. Ce sera une toxinémie streptococcienne, une toxalbuminémie diphtéritique, tétanique, etc.

Les effets physiologiques des toxines et des toxalbumines sont encore trop peu connus pour pouvoir, dans chaque cas donné, déterminer le rôle qu'elles jouent dans les symptômes produits par l'infection.

Dans la diphtérie, dans le tétanos nous savons que la toxalbuminémie joue un très grand rôle, que c'est à ces substances et à leur action fermentative que sont dus certains symptômes bien connus. Il est dans d'autres cas dif-

ficile de séparer l'action de ces deux ordres de poisons microbiens, ils agissent certainement ensemble à l'ordinaire. Je les réunis donc dans mon schéma en les représentant par une ligne ondulée parallèle à la ligne B représentant la circulation (*fig.* 2 *k*).

Dans le cas où il y a une action toxalbuminique positive, j'ajoute une boule au bout de la ligne (*fig.* 2 *l*). On comprendra par là l'action fermentative, simulant le développement de ce poison dans le sang.

Comme pour la résorption bactérienne, la longueur de la ligne ondulée établira l'importance de la résorption des produits toxiques. Il est très important de tenir compte de ce facteur dans les maladies infectieuses. Il peut arriver en effet que, sans infection bactérienne, il y ait résorption de toxalbumines qui peuvent amener les symptômes d'une maladie infectieuse. C'est le cas du tétanos expérimental.

On observe de même la résorption de toxines sans foyer à la suite du développement saprophytique des bactéries pathogènes.

Cette *auto-intoxication* peut prédisposer l'organisme à une infection.

Il est possible que la furonculose soit dans certains cas une *auto-infection directe multiple* causée par une *auto-intoxication d'origine intestinale.*

Quelques exemples d'infections observées cliniquement et bactériologiquement et accompagnées de leur schéma, faciliteront la compréhension des explications déjà données.

ERREURS A CORRIGER DANS LES FIGURES

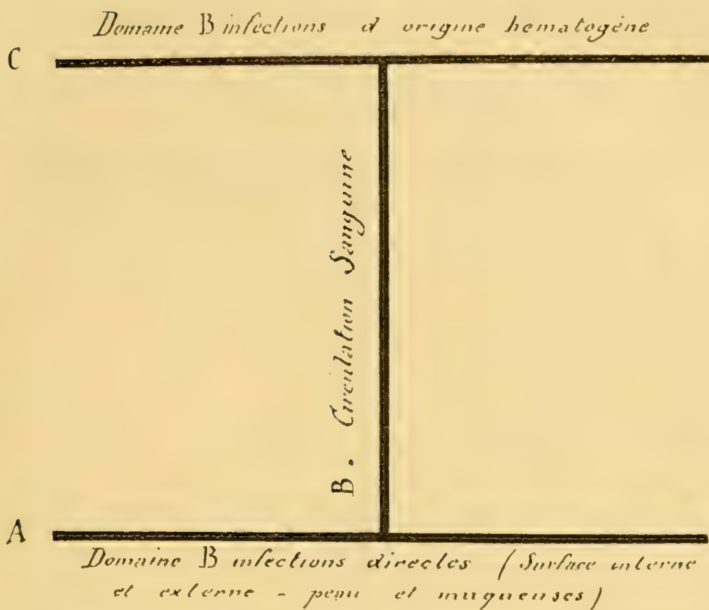
Fig. 1. — En A et C, lire : Domaine des infections, etc., et non ; Domaines B infections, etc.

Fig. 2. — En *c*, prolonger la sécante au-dessus et au-dessous du cercle.

Schéma IV. — La ligne ondulée, pointillée, ne doit aboutir que jusqu'au cercle pointillé intérieur *b*.

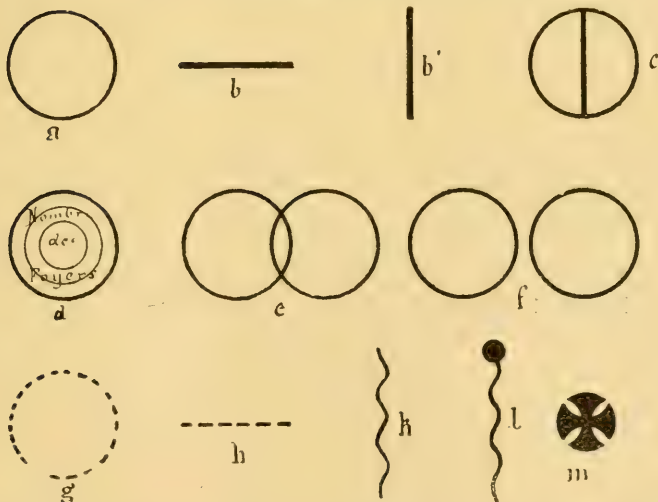
CLEF DU SCHÉMA DE L'INFECTION

Fig. 1.



SIGNES CONVENTIONNELS

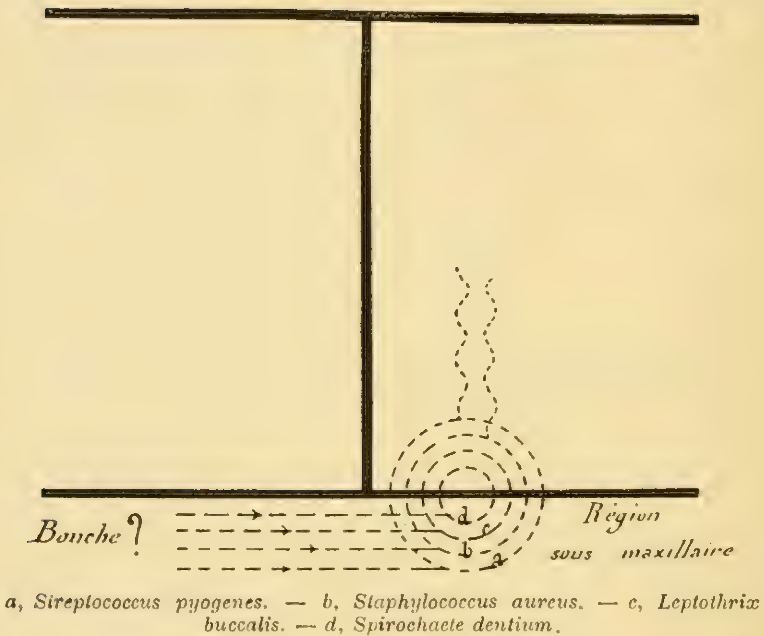
Fig. 2.



a, Foyer monomicrobique. — *b*, (Ligne parallèle à A et C) propagation directe. — ***b'***, (Ligne parallèle à B) résorption sanguine. — *c*, Bactériémie (septicémie bactérienne). — *d*, Foyer polymicrobique. — *e*, Infection complexe à foyer unique. — *f*, Infection complexe à foyers séparés. — *g* et *h*, Auto-infection. — *a* et *b*, Hetero-infection. — *k*, Toxinémie. — ***l***, Toxalbuminémie. — *m*, Terminaison fatale.

A. — INFECTIONS DIRECTES

Schéma I



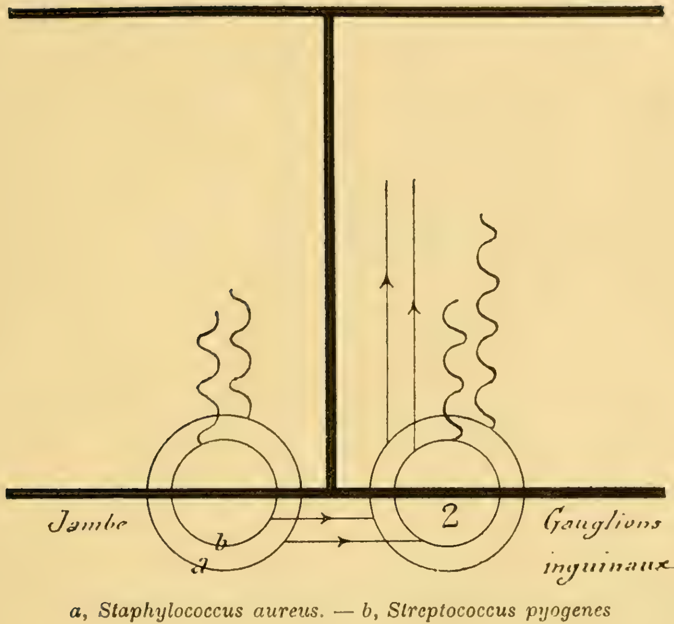
a, Streptococcus pyogenes. — b, Staphylococcus aureus. — c, Leptothrix buccalis. — d, Spirochaete dentium.

Phlegmon de la région sous-maxillaire, auto-infection par résorption directe. Le point de départ de l'infection est évidemment la bouche, d'après la composition microbienne de l'abcès, sans toutefois qu'il soit possible de déterminer la porte d'entrée.

Symptômes généraux attribués à la résorption des toxines streptococciennes et staphylococciennes.

A. — INFECTIONS DIRECTES

Schéma II



a, Staphylococcus aureus. — *b, Streptococcus pyogenes*

Phlegmon de la jambe (origine traumatique) avec *Staphylococcus aureus* et *Streptococcus pyogenes* en moindre quantité.

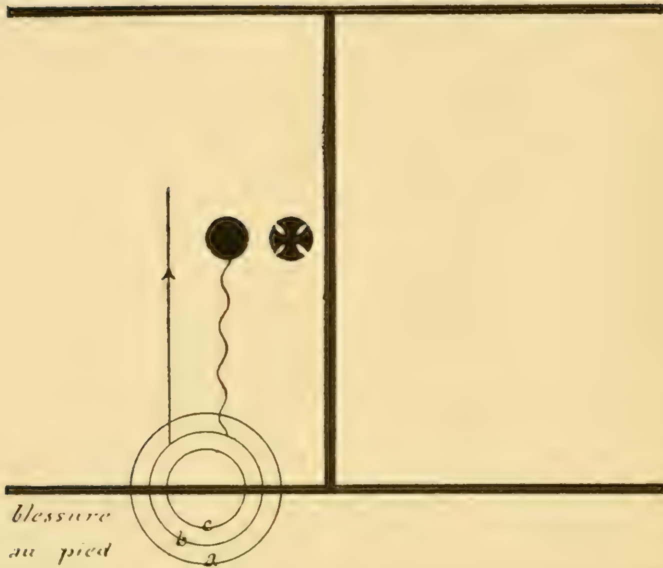
Localisations secondaires par continuité dans les ganglions inguinaux. — Formation de deux abcès dans lesquels on trouve le staphylococcus en moindre quantité que le streptococcus à l'inverse du foyer primaire.

Résorption des streptocoques et des staphylocoques dans le sang.

Les symptômes généraux consécutifs aux foyers secondaires ont été plus violents que ceux qui ont suivi les foyers primaires.

A. — INFECTIONS DIRECTES

SCHÉMA III



a, Bacilles de la putréfaction. — *b*. *Staphylococci* (*aurei* et *albi*). — *c*, Bacilles du tétanos

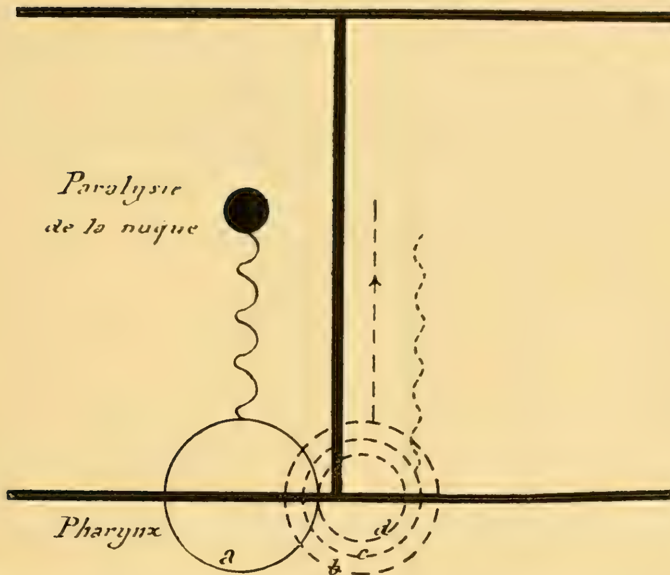
Blessure contuse du pied.

Infection dans laquelle on trouve surtout des bacilles divers de la putréfaction des staphylococci et des bacilles du tétanos en petit nombre.

Dans le sang on ne trouve que des staphylococci ; mort par résorption et action de la toxalbumine tétanique.

A. — INFECTIONS DIRECTES

Schéma IV



a, Bacille de la diphtérie. — *b*, *Streptococcus pyogenes*. — *c*, *Streptococcus lanceolatus*. — *d*, Bacille (?)

Diphtérie du pharynx hétéro-infection protopathique, causant par résorption des toxalbumines une paralysie tardive de la nuque.

Sur cette infection locale se greffe un auto-infection deutéropathique polymicrobique, dans laquelle on trouve les streptococci pyogenes et lancéolés, et un bacille non identifié.

Dans le sang on trouve des streptococci en petit nombre.

Les symptômes cliniques font admettre une résorption des toxines streptococciennes.

B. — INFECTIONS HÉMATOGÈNES PAR RÉSORPTION

Schéma V

a, Bacille de la tuberculose. — *b*, *Staphylococcus aureus*

Enfant, 10 ans. — Clinique du Dr Dumont-Salem. — Spondylite sacrée sans foyer tuberculeux primaire démontrable. — Abcès par congestion à droite, propagation par l'échancrure sciatique sous le grand fessier jusqu'à la région trochantérienne droite, avec symptômes de coxite. Incision autre part. — Formation d'un abcès dans la fosse iliaque gauche jusque sous le ligament de Poupart.

Les abcès, soit à droite, soit à gauche sont douloureux, l'enfant a une forte fièvre.

L'abcès de la région fessière et trochantérienne droite est vidé, l'ouverture de la fistule agrandie. — Drainage.

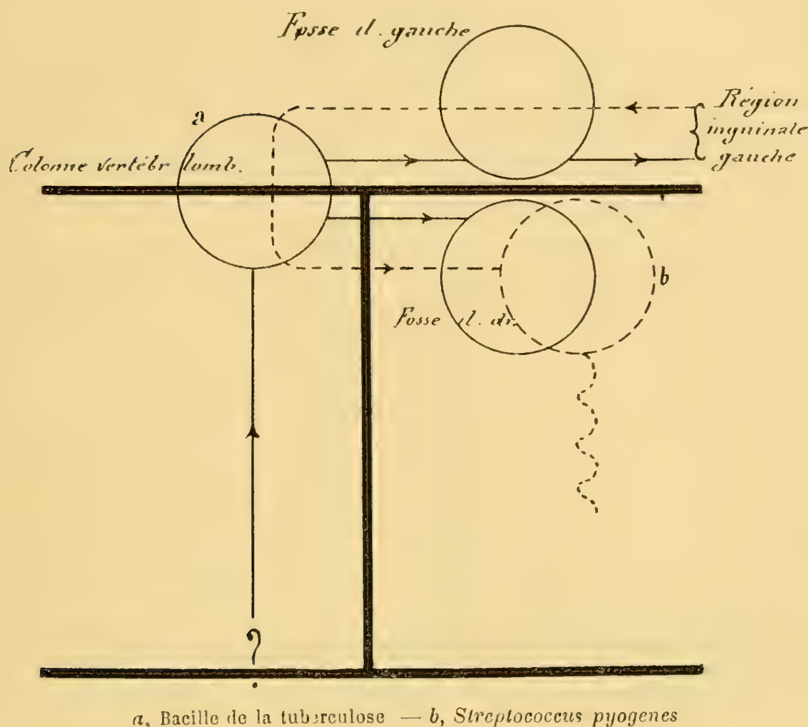
L'abcès de la région inguinale gauche est ouvert ensuite. Dans les deux abcès le staphylococcus.

Dans les plaques il ne croît rien autre.

Le liquide d'irrigation provenant de l'opération ne passait pas d'un abcès dans l'autre.

B. — INFECTIONS HÉMATOGÈNES PAR RÉSORPTION

Schéma VI



a, Bacille de la tuberculose — *b*, *Streptococcus pyogenes*

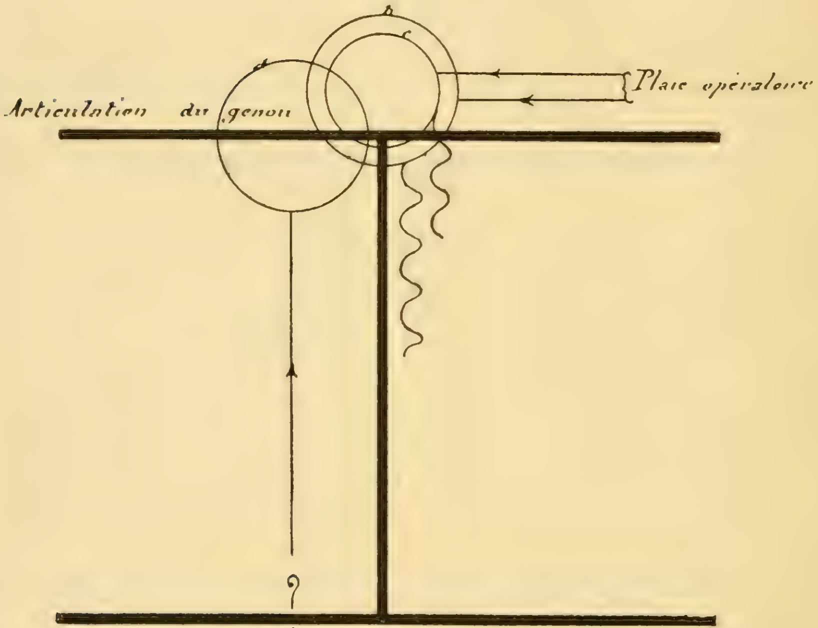
Femme, 40 ans. — Clinique du Dr Dumont-Salem. — Spondylite lombaire sans foyer tuberculeux primaire démontrable. — Abcès par congestion dans les deux fosses iliaques internes. — Perforation spontanée de l'abcès de gauche dans la région inguinale. — Auto-infection par la fistule avec le streptococcus pyogenes trouvé dans le pus. Pas de symptômes de foyer, ni dans la fosse iliaque gauche, ni dans la colonne vertébrale. Peu de jours après, fièvre, douleurs dans la fosse iliaque droite, rougeur de la peau.

Le streptococcus s'est donc propagé, par l'abcès iliaque gauche jusqu'au foyer spondylitique, et de là jusque dans l'abcès par congestion de la fosse iliaque droite, où le pus n'ayant pas d'écoulement il produit des symptômes de foyer (inflammation aiguë, douleurs, fièvre, etc.).

La présence du streptococcus a été démontrée à l'ouverture par culture, celle du bacille tuberculeux par inoculation au cobaye.

B. — INFECTIONS HÉMATOGÈNES PAR RÉSORPTION

Schéma VII



a, Bacille de la tuberculose. — *b*, *Staphylococcus aureus*. — *c*, *Bacillus coli commune*

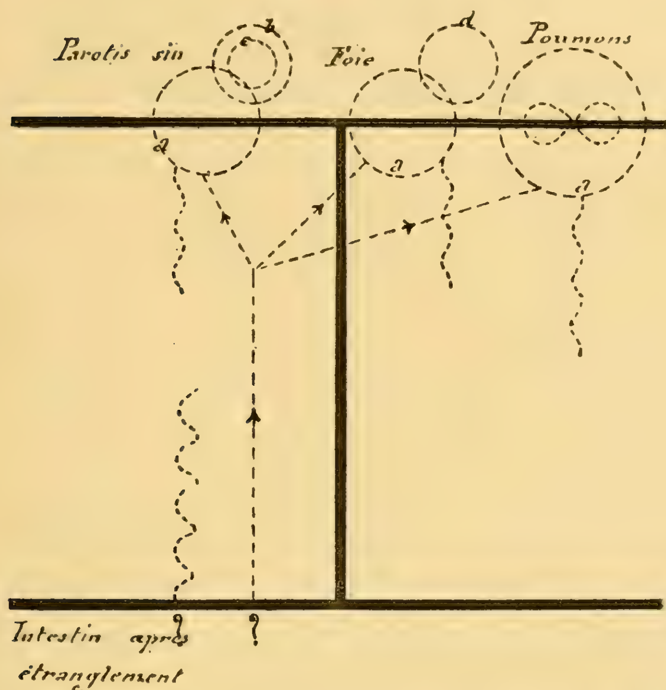
Enfant. — Résection du genou, drainage.

Pendant les jours qui suivent l'opération, l'enfant mouille son pansement à diverses reprises, d'où infection de la plaie où l'on trouve le *Staphylococcus aureus* et le *Bacillus coli commune*.

L'infection protopathique tuberculeuse localisée au genou ne paraissait pas être secondaire à un autre foyer.

B. — INFECTIONS HÉMATOGÈNES PAR RÉSORPTION

Schéma VIII



a, *Staphylococcus aureus*. — *b*, *Streptococcus pyogenes*. — *c*, Bacillus (?). — *c*, *Bacillus coli commune*

Homme. — Auto-intoxication à la suite d'un étranglement interne. — Opération. — L'intestin est dégagé, étant encore normal il n'est pas réséqué. — Malgré l'opération la fièvre continue, le pouls devient rapide, et petit, le ventre est un peu ballonné. On ouvre de nouveau la plaie opératoire, on trouve l'anse opérée normale, mais fortement contractée, deux lombrics sont extraits.

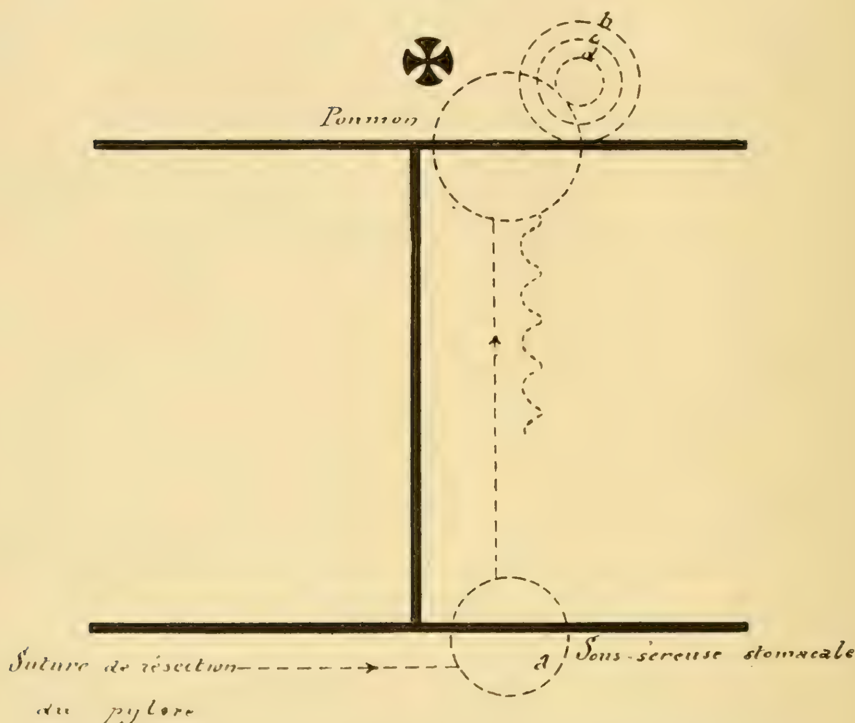
Le pouls reste petit, le lendemain on rouvre, inoculation de la surface péritonéale qui paraît normale, point de microbes microscopiquement, les cultures restent stériles. Résection de l'anse intestinale. Exitus.

A l'autopsie on trouve le péritoine normal, mais une parotidite suppurée, un abcès dans le foie, et des abcès multiples dans les poumons.

L'auto-intoxication avait provoqué une infection hématogène par résorption à foyers multiples.

C. — INFECTIONS MÉTASTATIQUES

Schéma IX



a, Streptococcus pyogenes. — *b,* Bacille de Friedländer. — *c, Staphylococcus albus.* — *d, Staphylococcus citreus*

Femme. — Service clinique du professeur Kocher. — Résection de l'estomac. — Marche normale postopératoire sans symptômes de péritonite.

Trois semaines environ après l'opération, pneumonie grave et mort.

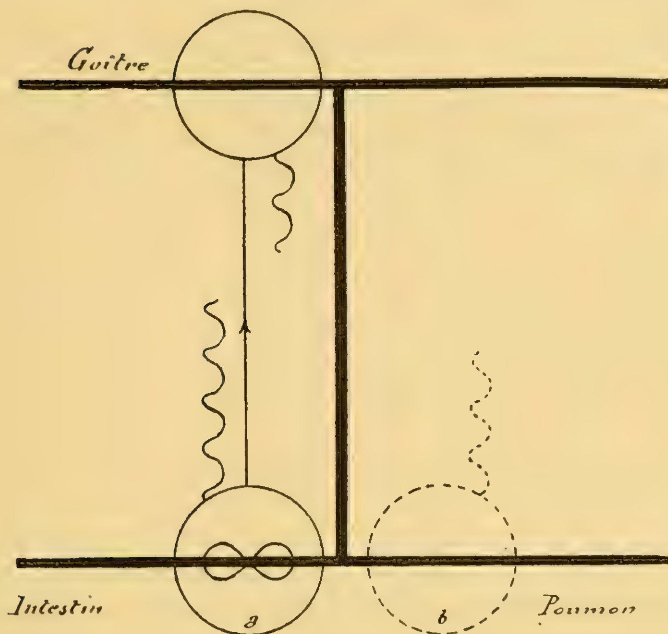
A l'autopsie on trouve la suture stomacale parfaitement solide et bien guérie, tout près, sous la séreuse, un petit abcès comme une noisette renfermant des streptocoques.

Dans un des poumons, pneumonie étendue avec foyers purulents renfermant presqu'en culture pure des streptocoques, dans les plaques on trouve passablement de colonies de bacilles de Friedländer, des staphylococcus albus et citreus.

L'infection protopathique a fait un foyer primaire sous-séreux stomacal, un foyer secondaire pulmonaire, sur lequel s'est greffée une infection deutéropathique polymicrobique.

C. — INFECTIONS MÉTASTATIQUES

SCHÉMA X



a, Bacille du typhus. — *b*, *Streptococcus lanceolatus*

Homme. — Service clinique du professeur Sahli. — Typhus abdominal. — Pendant la convalescence, le goître gonfle et devient douloureux.

Indépendamment de cette localisation secondaire, le malade fait une pneumonie à streptococcus lanceolatus.

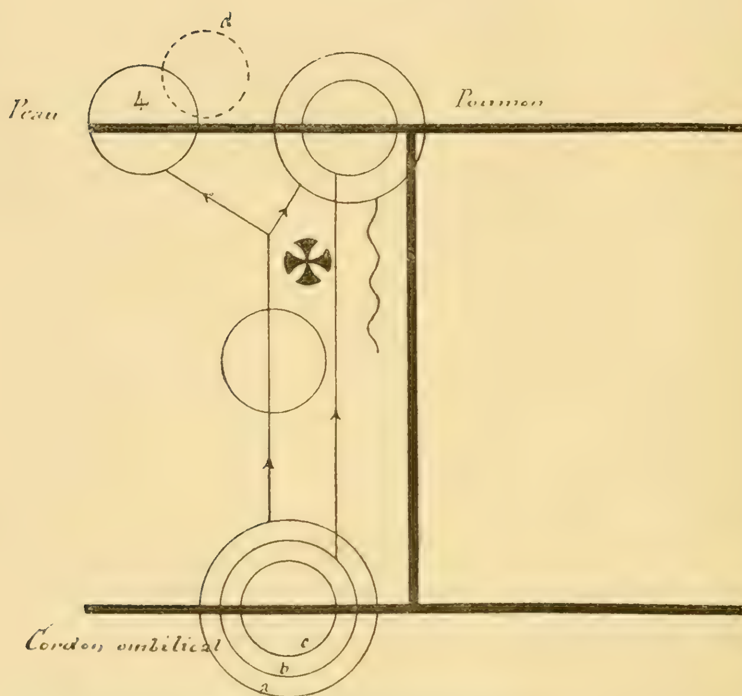
Plus tard, à l'ouverture du foyer dans le goître, on trouve des bacilles du typhus en culture pure.

Le typhus abdominal est une infection locale à foyers multiples dans l'intestin ayant fait une localisation secondaire dans le goître et ayant causé un auto-infection deutéropathique du poumon.

Les trois foyers ont causé des symptômes généraux de gravité différente.

C. — INFECTIONS MÉTASTATIQUES

Schéma XI



a, Streptococcus pyogenes. — *b, Staphylococcus aureus.* — *c, Bacillus coli.* — *d, Staphylococcus albus*

Nouveau-né. — Anatomie pathologique. — Infection du cordon ombilical dans laquelle on trouve des streptocoques, des staphylocoques et le *Bacillus coli commune.* — Résorption. — Bactériémie streptoccienne, dans les cultures, très nombreuses colonies de streptocoques, rares colonies de *Staphylococcus aureus*, donc développement des premiers et résorption sans développement des seconds.

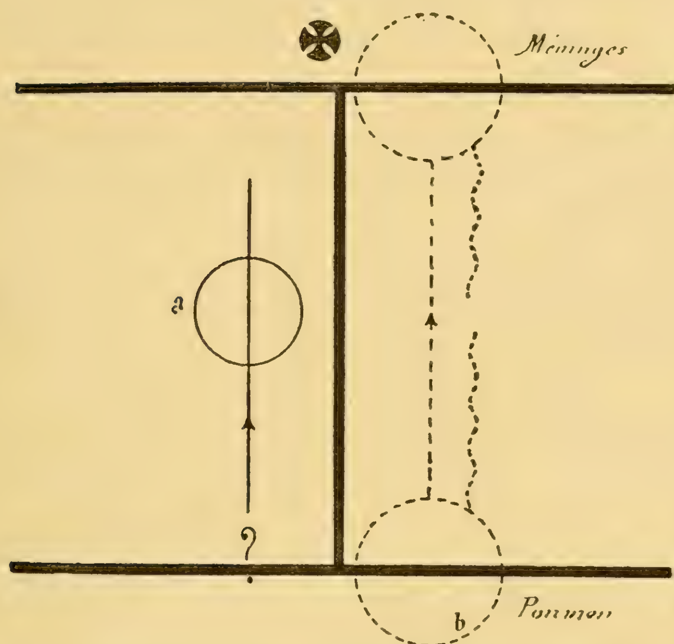
Localisations secondaires des streptocoques dans la peau, sous forme de quatre bulles hémorrhagiques très grosses, dans lesquelles on trouve outre les streptocoques, quelques colonies de *Staphylococcus albus*, par auto-infection deutéropathique de la surface de la peau.

En outre, localisation secondaire des streptocoques dans le poumon où on trouve aussi quelques colonies de *Staphylococcus aureus* probablement aussi d'origine hématogène.

Mort due à la bactériémie et à la pneumonie réunies.

C. — INFECTIONS MÉTASTATIQUES

Schéma XII



a, Bacille de l'influenza. — *b*, *Streptococcus lanceolatus*

Influenza, supposée ici comme une bactériémie spécifique sans foyer primaire, c'est-à-dire par résorption sur un point inconnu de la surface du corps.

Cette hétéro-infection protopathique cause une auto-infection deutéropathique à foyer primaire dans le poumon, résorption de pneumocoques dans la circulation et localisation secondaire (métastatique) dans les méninges avec exitus.

REVUES ET ANALYSES[1]

Pio Mingazzini. — Contributo alla conoscenza dei Coccidi. — Ciclo évolutivo della *Benedenia octopiana.* — Contribution à la connaissance des Coccidies. — Cycle évolutif de la *Benedenia octopiana.* (*Rendiconti della R. Accadmia dei Lincei,* 20 mars et 3 avril 1892).

Dans le Poulpe et la Seiche, l'auteur a trouvé, à côté de la *Benedenia octopiana* Schneid., une autre coccidie qu'il avait d'abord considérée comme une espèce nouvelle, mais qu'il regarde maintenant comme représentant une phase du cycle évolutif de la *Benedenia.* Cette espèce peut donc revêtir deux formes distinctes, l'une à spores durables, *Benedenia* proprement dite ; l'autre où le contenu du kyste se divise directement en corps falciformes, phase « eimérienne » analogue à celle décrite par Pfeiffer pour les *Coccidium.*

En étudiant les kystes à spores, M. Mingazzini a observé les faits suivants. Il n'a jamais trouvé le parasite que dans le tube digestif. A l'état adulte, le kyste est généralement sphérique, d'un blanc laiteux. Il présente une membrane assez épaisse, un protoplasma granuleux, un noyau central à membrane bien nette. Au moment de la sporulation, le plasma abandonne la membrane et se rétracte vers le centre du kyste. Le noyau se porte vers la périphérie, perd sa forme arrondie, devient irrégulier. En même temps le nucléole se fragmente et subit une série de modifications qui aboutissent à sa division par un processus que l'auteur regarde comme intermédiaire entre la karyokinèse et la division directe. La membrane du noyau se rompt, et la substance qui le composait se distribue à la périphérie de la Coccidie où elle forme à l'état frais une espèce de zone hyaline et réfringente présentant des protubérances plus ou moins régulières et plus ou moins volumineuses. Le kyste revêt alors la forme désignée par Schneider sous le nom de nucléosphère. Autour de chaque noyau s'individualise une petite masse plasmique qui va s'entourer d'une membrane chitineuse, et donner une spore qui renfermera 3 corps falciformes.

Le kyste arrivé à maturité éclate ; l'épithélium qui le sépare

(1) Les travaux qui rentrent dans le cadre des *Annales de micrographie* seront analysés au fur et à mesure de leur réception au bureau du journal

de la lumière du tube digestif se rompt ou tombe en dégénérescence, et la membrane du kyste, arrivée en communication directe avec la lumière du tube digestif, se rompt et les spores sont ainsi mises en liberté.

L'évolution du parasite dans le cas de formation directe de corps falciformes est beaucoup plus simple. M. Mingazzini en conclut que la formation des spores représente un stade évolutif acquis ; la formation directe de corps falciformes représentant le mode de reproduction primitif. Ici, après la division du noyau primitif, le protoplasma se divise en un certain nombre de sphères qui vont donner directement des corps falciformes. Ceux-ci sont trois ou quatre fois plus volumineux que ceux des spores, ils sont très longs, arqués ; l'une des extrémités est amincie, l'autre plus volumineuse. Au voisinage de la première on observe le noyau qui apparaît comme un point réfringent. Placés dans le liquide digestif, ces corps se meuvent lentement, l'extrémité pointue en avant.

T.

P. Mingazzini. — Nuove specie di Sporozoi. — Nouvelles espèces de Sporozoaires. (*Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*, vol. I, 1e semestre, fasc. II, 4 juin 1892).

Dans cette note, M. Mingazzini décrit d'abord une Coccidie nouvelle qu'il a rencontrée dans le testicule et le canal déférent du *Lamenisvirido flavus*, espèce de couleuvre très répandue aux environs de Rome. Il donne à ce parasite le nom de *Gonobia colubri*, (nov. gen., nov. sp.). A l'état de maturité, il se présente sous forme d'un kyste sphérique renfermant des corps falciformes en nombre variable. Ces corps sont arqués, munis d'un noyau situé vers leur partie médiane. L'auteur a pu suivre la formation de ces corps falciformes dans les formes jeunes du parasite que l'on rencontre dans les cellules des tubes séminifères.

Dans l'ovaire du *Lacerta viridis*, M. Mingazzini a observé dans les jeunes ovules une formation parasitaire constituée par une masse plasmique nucléée pouvant émettre des pseudopodes. Il rapporte ce parasite aux Myxosporidies, un peu arbitrairement, selon nous, puisqu'il n'a point observé de spores.

Il signale, en outre, dans les œufs du *Lacerta viridis* l'existence d'éléments en forme de bâtonnets qu'il considère comme de nature parasitaire et qu'il compare à des éléments analogues signalés récemment par Blochmann dans l'œuf des insectes. Il ne nous semble point impossible qu'il s'agisse là, en réalité, de productions vitellines.

Enfin, dans les cœcums pyloriques du *Sphirœna vulgaris* du golfe de Naples, M. Mingazzini a découvert une Coccidie qu'il désigne

sous le nom de *Cretya napolitona* (n. g., n. sp.). et qui, par son aspect et ses dimensions, rappelle la *Benedenia octopiana.* Les individus adultes se trouvent dans le tissu conjonctif sous-muqueux. Le kyste présente une membrane épaisse ; dans le protoplasma on distingue un métaplasme réticulé, et un endoplasme formé de granulations réfringentes. Le métaplasme présente un amas central d'où partent les filaments du réticule et dans lequel est situé le noyau.

L'auteur n'a pas observé la sporulation.

T.

Dr V. Tassinari. — **Action de la fumée du tabac sur quelques microorganismes pathogènes** (*Annali dell' Istituto d'igiene sperimentale della R. Università di Roma,* vol. I, fasc. II, p. 155).

Nous avons, dans le premier volume de ces Annales (p. 396) analysé un précédent travail du Dr Tassinari sur l'action de la fumée sur les bactéries. L'auteur a repris et complété ses intéressantes recherches, en les étendant aux bactéries pathogènes [bacilles du choléra, du typhus, du charbon, de la pneumonie (Friedlaender), de la tuberculose, spirille de Finkler et Prior, staphylocoque pyogène doré] et nous donne aujourd'hui les résultats de son travail.

Disons de suite qu'ils confirment pleinement les résultats auxquels il était arrivé dans ses premières expériences, et que la fumée du tabac a montré des propriétés nettement bactéricides. En moyenne, de bons résultats étaient déjà obtenus par la fumée de 4-6 grammes agissant pendant 30 minutes.

Avec le bacille de la tuberculose, toutefois, les résultats ne furent pas aussi nets. Dans cette série d'expériences, l'auteur inoculait à des cobayes, dans le péritoine, des fils imprégnés de bacilles et qui avaient été soumis à l'action de la fumée. Les trois cobayes de contrôle moururent de tuberculose en 26 jours ; sur sept inoculés avec les bacilles ayant subi l'action de la fumée, deux survécurent, un mourut le dix-septième jour, mais sans présenter de traces de tuberculose, et trois moururent de tuberculose après 62 jours, et un dernier, enfin, mourut tuberculeux le treizième jour. Il semblerait résulter de ces faits que la fumée du tabac retarde tout au moins le développement du bacille.

En somme, l'auteur conclut de ses recherches :

1° La fumée des cigares et du tabac (pipe) possède un pouvoir bactéricide très net, en général et, en particulier, sur le bacille cholérique ;

2° Dans les épidémies de choléra et de typhus, l'usage du tabac, loin de nuire, peut être de quelque avantage.

3° La fumée du tabac mérite d'être prise en sérieuse considération pour l'hygiène de la bouche, comme moyen prophylactique contre les affections d'origine parasitaire de la cavité buccale.

E. F.

Behring et Wernicke. — **De l'immunisation et de la guérison des animaux d'expérience dans la diphtérie.**

Behring. — **De l'immunisation et de la guérison des animaux d'expérience dans le tétanos.** (*Zeitschrift für Hygiene u. Infectionskrankheiten*, p. 10 et 45).

Les études dont le problème de l'immunité a été l'objet ces derniers temps ont été fécondes, et, si nous en croyons les auteurs susnommés, on serait bien près maintenant, du moins dans quelques maladies, de passer de la théorie à la pratique, et d'appliquer à l'humanité souffrante des méthodes donnant d'heureux résultats chez les animaux. Ce n'est pas qu'une explication suffisante de l'immunité ait été donnée ; les diverses écoles sont, au contraire, encore en guerre : d'une part les partisans de la théorie phagocytaire qui fait jouer le rôle principal aux cellules de l'organisme, et d'autre part les adeptes de la théorie d'après laquelle l'immunité résiderait dans les qualités chimiques du sang qui s'opposeraient au développement des bactéries. Cette dernière théorie, on le sait, s'était basée surtout sur la découverte des qualités bactéricides du sang, et il est certain que quelques faits lui prêtent leur appui, en particulier le fait que, dans certains cas, cette qualité bactéricide du sang est très marquée chez des animaux réfractaires à une maladie donnée, tandis que chez des animaux qui ne lui sont pas réfractaires on ne le constate pas. Cependant cette règle n'est pas générale, et on voit aussi le sang d'animaux non réfractaires être très bactéricide. Cette action bactéricide du sang semble donc être insuffisante pour rendre compte des faits d'immunité, du moins d'une manière générale.

Mais, sur ces entrefaites, un fait nouveau et capital, croyons-nous, a été mis en lumière, par les recherches poursuivies par MM. Behring et Kitasato sur la diphtérie et sur le tétanos. Ils ont découvert, en effet, que ces infections pouvaient, chez quelques animaux, être guéries par des applications de moyens chimiques telles que la trichlorure d'iode, et cela sans qu'il y eût destruction des bactéries, et que par les mêmes moyens on pouvait aussi leur conférer un état réfractaire. Ces faits devaient faire naître l'idée qu'il s'agissait là non pas d'une action bactéricide, mais d'une action neutralisante indestructive à l'égard des poisons sécrétés par les bactéries ; et, en étudiant de plus près les qualités du sérum de sang des

animaux ainsi vaccinés, on découvrit que ce sérum détruisait effectivement le poison même. Ainsi MM. Behring et Kitasato ont vu que le sang d'animaux rendus réfractaires au tétanos exerçait une telle action toxinicide que 1 cmc. de culture, dont 0,0001 cmc. suffisaient pour tuer une souris en moins de 2 jours, pouvait être, quand on le laisse en contact pendant 24 heures avec du sérum de sang d'un lapin rendu réfractaire, injecté, sans danger, à une dose 300 fois plus forte (0,2 cmc. du mélange). Ce qui est toutefois singulier et qui reste comme inexpliqué est le fait que seul le sérum des animaux rendus artificiellement réfractaires jouit de cette propriété toxinicide, tandis qu'il n'en est pas de même du sérum des animaux naturellement réfractaires (voir aussi à ce sujet notre analyse d'un travail de M. Kitasato sur le virus tétanique (p. 35 de ce tome). Par contre, le sérum de sang des animaux vaccinés contre le tétanos et la diphtérie n'est nullement bactéricide pour les microbes de ces maladies, car ils s'y cultivent très bien. Mais, en outre de ces propriétés toxinicides, ce sérum de sang peut, à son tour, conférer l'immunité à d'autres animaux et même les guérir quand l'infection a précédé l'inoculation, à titre curatif, du sérum. On peut, de plus, par des inoculations successives et toujours plus fortes de cultures virulentes, renforcer l'état réfractaire d'un animal auquel on a conféré artificiellement l'immunité ; et il ressort des recherches des auteurs que le sérum est d'autant plus actif que l'animal dont il provient est plus réfractaire. Ce fait leur fait espérer qu'à force de renforcer cet état réfractaire on pourra obtenir un sérum assez actif pour que de très petites doses suffisent pour amener la guérison. Actuellement, déjà, MM. Behring et Wernicke possèdent un sérum de sang dont le pouvoir curatif, quand on l'emploie immédiatement après l'infection, est de 1 : 1,000, c'est-à-dire qu'il en faut 1 gramme par kilo de poids de l'animal que l'on veut guérir. Le point essentiel est d'arriver à conférer l'immunité à un premier animal dont le sérum servira ensuite à en immuniser d'autres, car nous avons vu que le sérum de l'animal naturellement réfractaire ne jouit pas de ces propriétés.

Pour y arriver les auteurs se servent surtout du trichlorure d'iode. Les cultures virulentes sont laissées en contact avec celui-ci (0,15-0,4 $^0/_0$) pendant un temps variable et inoculées aux animaux à différentes reprises jusqu'à ce qu'ils soient devenus absolument réfractaires à l'inoculation des cultures virulentes. Leur sérum de sang peut alors servir à son tour à immuniser ou à guérir. Nous ne pouvons, dans cette brève analyse, donner le détail de ces opérations, longues et minutieuses, mais on comprendra facilement la patience dont ont fait preuve les auteurs et le labeur acharné auquel ils ont dû se livrer pour arriver, à force de tâtonnements, à créer une méthode donnant des résultats certains. Après avoir ainsi réussi à obtenir un sérum très actif chez de petits animaux comme le cobaye, les auteurs

se sont dit que, pour appliquer cette méthode de traitement à l'homme, il était avant tout nécessaire de se procurer le moyen d'obtenir de grandes quantités de sérum actif, et l'un des buts principaux de leurs récents travaux a été d'appliquer leur méthode à de grands animaux pouvant fournir de notables quantités de sérum Ils ont choisi le mouton et l'on peut dire que leurs efforts ont été couronnés de succès. Déjà maintenant ils ont en leur possession un sérum de mouton très actif, et tout fait prévoir qu'il sera encore possible d'en renforcer les propriétés immunisantes et curatives. Il leur paraît, en conséquence, que le moment est venu d'appliquer cette méthode de traitement à l'homme; mais le travail qu'impose la solution de ce problème est si considérable, qu'il est bon qu'on l'entreprenne de différents côtés à la fois. MM. Behring et Wernicke se sont donc décidés à exposer d'une façon détaillée les procédés qui leur ont donné de si brillants résultats. Avec les données contenues dans les travaux susmentionnés, les bactériologistes pourront ainsi se mettre à l'œuvre de leur coté, et, en marchant dans la voie que leur ont tracée MM. Behring, Wernicke et Kitasato, coopérer au résultat final qui nous donnera la possibilité, il faut l'espérer, de guérir ces terribles maladies, jusqu'ici rebelles à tout traitement, la diphtérie et le tétanos.

E. F.

OBSERVATOIRE MUNICIPAL DE MONTSOURIS

BULLETIN MENSUEL D'ANALYSE MICROGRAPHIQUE

Analyse de l'air de Paris (Hôtel de ville), *Mai* 1892

DÉSIGNATION des SEMAINES	MICROPHYTES par m. c.		DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES				MALADIES	
	BACTÉRIES	MOISISSURES	TEMPÉRAT. moyenne	PLUIE — Hauteur en millimètr.	VENT Direction moyenne	VENT Vitesse moyenne	ZYMOTIQUES [1]	SAISONNIÈRES [2]
N° 18 du 1er Mai au 7 Mai 1892	3.670	1.330	8°,1	6mm,4	NE	11km,7	125	162
N° 19 » 8 » » 14 » »	5.000	2.660	15 ,6	1 ,0	NE	14 ,3	154	183
N° 20 » 15 » » 21 » »	18.000	3.800	14 ,2	0 ,2	NW	16 ,0	123	160
N° 21 » 22 » » 28 » »	31.000	5.000	20 ,9	0 ,0	S	12 ,5	193	188
» » » » »	»	»	»	»	»	»	»	»
MOYENNES ET TOTAUX	14.420	3.200	14°,7	7mm,6	N	13km,6	595	693
ANNÉE MOYENNE	»	»	»	»	»	»	»	»

OBSERVATIONS. — [1] Sous la rubrique *maladies zymotiques* sont comprises : les fièvres éruptives, la fièvre typhoïde et l'atrepsie (choléra infantile). — [2] Au nombre des *maladies saisonnières* ne sont comptées que les affections aiguës des poumons (Bronchite aiguë, Broncho-pneumonie et pneumonie.

Analyse de l'air des égouts (*Moyenne générale*)

Mai 1892. Bactéries = 1.000 Moisissures = 1.000 Température = 14°,4

Analyse de l'air au Parc de Montsouris

Mai 1892. Bactéries = 270 Moisissures = 110 Température = 14°,7

Analyses des eaux de Paris et d'autres provenances, *Mai* 1892

DESIGNATION DES EAUX	MOYENNES MENSUELLES DES BACTÉRIES PAR C.M.C.		TEMPÉRAT.	OBSERVATIONS
	Mai 1892	Année moyenne		
1° Eaux de Source				
Eau de la Vanne à Montrouge.	435	1.240	»	Canalis. = 2.100 bactér.
» de la Dhuis à Ménilmontant.	1.500	2.900	»	Canalis. = 2.800 »
» de Vesoul (Haute-Saône)	284	»	»	»
2° Eaux de Rivières				
Eau de la Marne à Saint-Maur.	15.500	58.550	14°,9	»
» de la Seine à Ivry	30.009	56.185	15°,0	»
» de la Seine au pont d'Austerlitz	33.000	73.500	»	Hauteur = 1^{m},0
» de la Seine au pont de l'Alma.	60.000	177.625	»	»
» d'autres provenances	»	»	»	»
3° Eaux de Canal				
Eau de l'Ourcq à la Villette.	18.500	76.545	»	»
» d'autres provenances	»	»	»	»
4° Eaux de Puits				
Puits rue Princesse.	4.000	»	»	»
» Gaidelin à Créteil	27.000	»	»	»
5° Eaux de Drainage				
Drain de Saint-Maur	500	2.375	»	»
» d'Asnières	250	1.115	»	»
6° Eaux d'égout				
Eaux des collecteurs de Paris	16.000.000	16.270.000	»	»
7° Eaux de vidanges				
Eau du dépotoir de l'Est	15.000.000	29.645.000	»	»
» » traitée à Bondy	160.000	55.020	»	»

OBSERVATOIRE MUNICIPAL DE MONTSOURIS

BULLETIN MENSUEL D'ANALYSE MICROGRAPHIQUE

Analyse de l'air de Paris (Hôtel de ville), *Juin* 1892

DÉSIGNATION des SEMAINES	MICROPHYTES par m. c.		DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES				MALADIES	
	BACTÉRIES	MOISISSURES	TEMPÉRAT. moyenne	PLUIE — Hauteur en millimèt.	VENT Direction moyenne	VENT Vitesse moyenne	ZYMOTIQUES [1]	SAISONNIÈRES [2]
N° 22 du 29 Mai au 4 Juin 1892 . .	13.800	1.000	19°,0	11mm,9	SW	11km,1	186	125
N° 23 » 5 Juin » 11 » » . .	10.000	400	19 ,3	0 ,7	NE	15 ,8	236	121
N° 24 » 12 » » 18 » » . .	5.660	1.000	13 ,8	6 ,9	NW	15 ,7	207	103
N° 25 » 19 » » 25 » » . .	14.700	1.340	16 ,8	27 ,7	SW	14 ,9	181	108
N° 26 » 26 » » 2 Juillet » . .	11.350	1.820	19 ,9	4 ,8	NE	10 ,5	201	107
Moyennes et totaux	11.500	1.110	17 °,8	52mm,0	N	13km,6	1.011	564
Année moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»

OBSERVATIONS. — [1] Sous la rubrique *maladies zymotiques* sont comprises : les fièvres éruptives, la fièvre typhoïde et l'atrepsie (choléra infantile). — [2] Au nombre des *maladies saisonnières* ne sont comptées que les affections aiguës des poumons (Bronchite aiguë, Broncho-pneumonie et pneumonie).

Analyse de l'air des égouts (*Moyenne générale*)

Juin 1892. Bactéries = 600 Moisissures = 2.400 Température = 16°,6

Analyse de l'air au Parc de Montsouris

Juin 1892. Bactéries = 556 Moisissures = 208 Température = 17°,8

Analyses des eaux de Paris et d'autres provenances, *Juin* 1892

DÉSIGNATION DES EAUX	MOYENNES MENSUELLES DES BACTÉRIES PAR C.M.C.		TEMPÉRAT.	OBSERVATIONS
	Juin 1892	Année moyenne		
1° Eaux de Source				
Eau de la Vanne à Montrouge	200	1.240	»	Canalis. = 200 bactéries
» de la Dhuis à Ménilmontant	550	2.900	»	Canalis. = 4.800 »
» de la ville d'Epernay	870	»	»	»
2° Eaux de Rivières				
Eau de la Marne à Saint-Maur	20.000	58.550	19°,8	»
» de la Seine à Ivry	36.000	56.185	19°,9	»
» de la Seine au pont d'Austerlitz	56.000	73.500	»	Hauteur = 0m.85
» de la Seine au pont de l'Alma	160.000	177.625	»	»
» d'autres provenances	»	»	»	»
3° Eaux de Canal				
Eau de l'Ourcq à la Villette	35.000	76.545	»	»
» d'autres provenances	»	»	»	»
4° Eaux de Puits				
Puits Guénégaud à Paris	9.000	»	»	»
» commun à Maisons-Laffitte	144.000	»	»	»
5° Eaux de Drainage				
Drain de Saint-Maur	300	2.375	»	»
» d'Asnières	50	1.115	»	»
6° Eaux d'égout				
Eaux des collecteurs de Paris	19.500.000	16.270.000	»	»
7° Eaux de vidanges				
Eau du dépotoir de l'Est	44.000.000	29.645.000	»	»
» » traitée à Bondy	200.000	55.020.000	»	»

PUBLICATIONS RÉCENTES

A.-W. Bennet. — Fresh-water Algæ of the English Lake District; with descriptions of a new genus and five new species (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1888, p. 1).

W.-M. Maskell. — Note on Micrasterias americana, Ralfs, and its Varieties. Note sur le *Micrasterias americana*, Ralfs, et ses variétés (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1888, p. 7).

J. Rattray. — Revision of the Genus Aulacodiscus Ehrb. Une revision du genre *Aulacodicus*. Ehrb. (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1888, p. 337).

W. Howchin. — Additions of the Knowledge of the Carboniferous Foraminifera. Contribution à la connaissance des foraminifères carbonifères (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1888, p. 533).

J. Rattray. — Revision of the Genus *Auliscus* Ehrb. and of some allied Genera. La revision du genre *Auliscus* Ehrb. et de quelques genres voisins (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1888, p. 861).

F. Castracane. — Reproduction and Mutiplication of Diatoms. Reproduction et multiplication des Diatomées (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1889, p. 22).

Prof. S. P. Thompson. — Note on Polarizing Apparatus for the Microscope. Note sur un appareil polarisant pour le microscope (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1889, p. 617).

A.-W. Bennet. — Fresh-water Algæ and Schizophyceæ of Hampschire and Devonshire. Les algues d'eaux douces et les schizophycées du Hampschire et du Devonshire (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1890, p. 1).

D[r] S. Czapski. — On an Objective with an Aperture of 1,60 N. A. Sur un objectif de 1,60 d'ouverture numérique (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1890, p. 11).

Wm. West. — Contribution to the Fresh-Water Algæ of North Wales. Contribution aux algues d'eaux douces du North Wales (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1890, p. 277).

C. Haugton Gill. — On some Methods of preparing Diatoms so as to exhibit clearly the nature of the Markings. — Sur quelques méthodes de préparer les Diatomées, de façon à rendre nettement visible la nature de leurs dessins (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1890, p. 425).

Th. Comber. — On a Simple Form of Heliostat, and its Application to Photomicrography. Sur une forme simple d'héliostat et ses applications à la photomicrographie (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1890, page 429).

R.-L. Maddox. — Some Observations on the Various Forms of Human Spermatozoa. Quelques remarques sur les formes variées des spermatozoïdes humains (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1891, p. 1).

V. Gunson Thorpe. — New and Foreign Rotifera. Rotifères nouveaux et exotiques (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1891, p. 301).

C. Haugton Gill. — On the Structure of certain Diatom-Valves as Skown by sections of charged specimens (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1891, p. 441).

E.-M. Nelson. — A New Illuminating Apparatus. Sur un nouvel appareil d'éclairage (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1891, p. 443).

Dr A.-C. Stakes. — Note of New Infusoria from the Fresh-Waters of the United States. Note sur de nouveaux infusoires des eaux douces des Etats-Unis (*Journal of the Royal microscopical Society*, 1891, p. 697).

Ferd. Hueppe. — Ueber die Aetiologie und Toxicologie der Cholera asiatica De l'étiologie et de la toxicologie du choléra asiatique (*Deutsche Med. Wochenschrift*, 1891, n° 53).

D. Rud. Penzo. — Beitrag zum Studium der biologischen Verhältnisse des Bacillus des malignen Œdems. Contribution à l'étude des conditions biologiques du bacille de l'œdème malin (*Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde*, X, p. 822).

Dr Saverio Santori - Ricerche batteriologiche sulla decomposizione putrida dei vegetali. Recherches bactériologiques sur la décomposition putride des végétaux (*Annali dell'Istituto d'igiene sperimentale della R. Università di Roma*, vol. I, fasc. II, p. 97).

A. Serafini ed E. Erriquez. — Sull'azione del sangue di animali muni inoculato ad animali suscettibili pel carbonchio. Sur l'action

du sang des animaux réfractaires au charbon inoculé aux animaux sensibles à cette maladie (*Annali dell'Istituto d'igiene sperimentale della R. Università di Roma*, vol. I fasc. II, p. 121).

Nils Sjöbring. — Ueber Kerne und Theilungen bei den Bakterien. Des noyaux et de la division des bactéries (*Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde*, XI, p. 65).

M. W. Beyerinck. — Zur Ernährungsphysiologie des Kahmpilzes. De la physiologie de la nutrition du *mycoderma vini* (*Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde*, XI, p. 68).

Dr M. Schottelius. — Ueber einen bakteriologischen Befund bei Mau. und Klaueusenche. Des bactéries trouvées dans la surlangue et la claudication (*Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde*, XI, p. 75).

G. Tizzoni et E. Centanni. — Ueber das Vorhandensein eines gegen Tuberculose immunisirenden Principes im Blute von Thieren, welche nach der Methode von Koch behandelt worden sind. Sur la présence d'une substance immunisante contre la tuberculose dans le sang des animaux traités par la méthode de Koch (*Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde*, XI, p. 82).

Dr L. Kamen. — Zum Nachweise der Typhusbacillen im Trinkwasser. De la constatation du bacille typhique dans les eaux potables (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 33).

F. Pohl. — Ueber Kultur und Eigenschaften einiger Sumpfwasserbacillen und über die Anwendung alkalischer Nährgelatine. Sur la culture et les propriétés de quelques bacilles de l'eau des marais et sur l'emploi d'une gélatine alcaline (*Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde*, XI, p. 141).

Dr Th. Geisler. — Zur Frage über die Wirkung des Lichtes auf Bakterien. Contribution à la question de l'action de la lumière sur les bactéries (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 161).

W. Nencki. — Ueber Mischkulturen. Sur les cultures mixtes (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 225).

L'Éditeur-Gérant, Georges CARRÉ.

Tours. — Imprimerie DESLIS FRÈRES

ANNALES
DE MICROGRAPHIE

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LA PHYSIOLOGIE, LA MORPHOLOGIE ET LA PATHOLOGIE DES DIATOMÉES

Par le Dr P. MIQUEL

Avant d'aborder l'étude des phénomènes complexes qui président à la nutrition des Diatomées, je crois utile d'insister, quelque temps, sur les modes de reproduction de ces algues et sur quelques faits, observés dans mes cultures artificielles, qui ne sont pas en parfait accord avec les idées admises par plusieurs diatomistes.

Le mode de multiplication des Diatomées le mieux connu et le plus facile à étudier est la division par fissiparité, ou, plus exactement, par déduplication, car il est établi que les cellules filles ont des dimensions légèrement inférieures à celles des cellules mères qui les ont immédiatement engendrées.

Après les phénomènes moins bien connus de la division du nucléole et du noyau suivis de la dissociation des cellules, la Diatomée fille, nouveau-née, est appelée à se dédoubler à son tour et ainsi de suite.

Il semble rationnel d'admettre que les individus nés d'une Diatomée mère peuvent également se reproduire et donner de nouvelles générations de cellules avec autant de facilité que le frustule duquel ils procèdent. Cette opinion, comme on le verra plus bas, n'est pas partagée par quelques observateurs au nombre desquels M. Otto Müller.

Or, comme on sait que la taille d'une Diatomée fille diffère de la taille de la Diatomée mère de la double épaisseur du connectif, il s'ensuit qu'au fur et à mesure que les générations se succèdent, les dimensions de la Diatomée considérée décroissent sans cesse et tendent vers 0, pour employer une expression usitée en analyse mathématique ; de sorte qu'après n déduplications (n étant infiniment grand), l'espèce serait irrémédiablement perdue, s'il ne survenait pas, durant cette décroissance de la taille des Diatomées, des phénomènes particuliers, encore assez mal étudiés, désignés sous les noms : de conjugaison de Diatomées, de rajeunissement du protoplasme, de formation des auxospores suivis de la naissance d'un frustule très grand, appelé *frustule sporangial*, auquel est dévolu le rôle de ne pas laisser déchoir, au-delà d'une certaine limite, la taille des Diatomacées.

On admet que les frustules sporangiaux se forment quand les Diatomées ont acquis des dimensions à peu près moitié moindres qu'eux ; cela n'est pas toujours exact pour beaucoup d'espèces. Mais que deviennent les Diatomées de petite taille, les microfrustules (1) ; donnent-ils tous des frustules sporangiaux? Dans le cas contraire, dans quelle proportion en fournissent-ils? et enfin, quel sort est réservé aux cellules qui n'en produisent pas?

Personne n'a encore répondu à ces trois questions, et sur ce sujet, on peut l'affirmer, les questions qui restent sans réponses sont très nombreuses.

Combien se produit-il de déduplications depuis le frustule sporangial jusqu'au microfrustule, appelé à rétablir la taille de l'espèce? On l'ignore ; il est d'ailleurs malaisé de suivre les générations successives d'une Diatomée, depuis les frustules nés de l'auxospore jusqu'au microfrustule appelé à donner une nouvelle auxospore. Le nombre des déduplications dépend surtout de l'épaisseur des connectifs. Je ne souléverai pas cette question, oiseuse en apparence,

---

(1) Pour faciliter l'énonciation des faits que j'ai à signaler, on voudra bien retenir que je donne aux frustules de la même Diatomée, suivant leur taille les noms : de *mégafrustules*, quand ils sont de grande longueur ; de *mésofrustules*, quand ils sont de taille moyenne ; et de *microfrustules*, lorsqu'ils sont de petite taille.

si quelques auteurs n'avaient pas prétendu que les auxospores seraient très fréquemment trouvées dans la nature si les Diatomées se dédoublaient suivant une loi que le bon sens approuve et que les faits ne démentent pas.

Ce dont ces auteurs se sont, à mon sens, trop peu préoccupé, c'est qu'en même temps que la taille de la Diatomée décroît, celle de ses connectifs décroît pareillement, autrement dit : qu'une diminution de taille ou une déduplication observée chez les mégafrustules est beaucoup plus accusée qu'une diminution de taille observée chez les microfrustules.

Si l'épaisseur d'un connectif est primitivement égale à $\frac{a}{2}$, et la diminution totale de taille égale à a, la progression arithmétique décroissante (A) permet de trouver quelle est cette diminution de taille après n générations, quand la valeur x est calculée :

$$(A) \quad a \qquad a - x \qquad a - 2x \; ..... \; a - nx.$$

x est l'inconnue, supposée, constante qui exprime la diminution d'épaisseur du connectif de la cellule fille après chaque déduplications.

Pour obtenir cette inconnue, il suffit de prendre la différence de taille de deux couples de cellules mère et fille a et a' séparées par un nombre n de déduplications.

La formule $x = \frac{a - a'}{n}$ donne cette diminution de l'épaisseur du connectif à chaque dédoublement.

Il est donc essentiel de noter : *que la diminution de taille des Diatomées n'est pas exactement proportionnelle au nombre des déduplications, qu'elle se trouve uniformément retardée par la décroissance constante de l'épaisseur des connectifs des frustules.*

Ce fait s'apprécie très nettement quand on étudie séparément, par la voie des cultures, la diminution des Diatomées à l'état de mégafrustules et à celui de microfrustules. En effet, dans des conditions expérimentales identiques, après le même nombre de générations, les mégafrustules décroissent plus vite que les microfrustules.

VIII. — De la multiplication des frustules des Diatomées

Beaucoup de diatomistes, au nombre desquels je citerai M. G. Deby, pensent que les individus nés d'une Diatomée sont suffisamment viables et vivants pour produire à leur tour des cellules filles, et que les individus issus de ces cellules filles peuvent, eux-mêmes, proliférer et donner un nombre de générations indéterminé, cependant limité par le microfrustule appelé à fournir l'auxospore.

En professant cette manière de voir, ces savants me semblent avoir la notion exacte de l'ampleur et de la régularité qui président aux actes naturels ; en admettant, avec eux, qu'aucune cause ne vienne troubler l'acte génératif d'une Diatomée en voie de division, le chiffre total des frustules engendrés croît comme les termes d'une progression géométrique dont la raison est 2 :

(B) 1 2 4 8 16 32 .... 2^n

dans laquelle n représente le nombre des périodes de temps exigés par les déduplications.

La nature nous apparaît si simple dans ses lois, même dans celles qui régissent le règne minéral (loi des combinaisons chimiques, lois cristallographiques, etc.), qu'il semblait injuste de lui attribuer pour la conservation des Diatomées des *demi-mesures* ou une autre voie différente de celle qui va droit au but et permet à un frustule de produire, en très peu de temps, des millions de Diatomées, quand les conditions de nutrition sont favorables.

La progression géométrique (B) dont la raison est **2**, si modeste d'allure dans ses premiers termes, se traduit quand on dépasse la 30e déduplication par un nombre de dix chiffres et de quinze chiffres après la 50e, autrement dit, par des millions de milliards. Il suffit donc d'admettre pour expliquer, à la fois, la *rareté des auxospores* et cette

extrême prolifération des Diatomées, dont tous les observateurs ont pu être témoins dans de nombreuses circonstances, que le frustule sporangial puisse devenir l'ancêtre de frustules issus de 50, 60 ou 80 divisions successives.

Tous les diatomistes n'ont pas admis cette manière de voir. M. Otto Müller, en se basant sur des faits observés avec une Diatomée filamenteuse : le *Melosira arenaria*, a cru découvrir une *loi* d'après laquelle les cellules mères jouissent d'une vitalité supérieure à celle des cellules filles, et engendrent sans relâche des rejetons de 2e, 3e génération, tandis que les cellules filles ne sont appelées que beaucoup plus rarement à faire souche, et à donner des cellules de 4e, 5e génération, etc...; de cette façon, on expliquerait, d'après cet auteur, pourquoi les auxospores sont si peu fréquentes, et pourquoi les mêmes filaments de Mélosires ont, en général, le même diamètre à leurs deux extrémités. Ce dernier fait n'est pas toujours exact; j'ai mesuré des filaments de *Melosira nummuloïdes* dont le 50e article né d'un frustule sporangial mesurait en diamètre 1,8 μ de moins que ce dernier; de plus, en semant des chaînes nées de frustules sporangiaux, je suis arrivé aisément à faire descendre le diamètre du *Melosira nummuloïdes* de 20 μ à 10 μ, microfrustule d'où naît habituellement le mégafrustule qui rétablit la grandeur de l'espèce.

M. Otto Müller a certainement eu le tort de vouloir appliquer ses théories à toutes les Diatomées ; celles qui se dissocient rapidement en individus isolés n'offrent rien de semblable, et les cellules mères choisies pour les ensemencements deviennent rapidement introuvables dans les cultures où abondent au contraire les cellules filles de 20e et 30e déduplication. Je persiste donc à croire, et j'espère le démontrer bientôt, que M. Otto Müller a considéré comme une loi ou mieux comme la règle habituelle un simple cas particulier.

Étudions la filiation des frustules d'après la loi si simple qui en rapporte tous les termes à la progression géométrique dont la raison est 2.

Soit A un mégafrustule ou un mésofrustule; au bout

d'un espace de temps que j'appellerai *t*, A aura donné une cellule fille B.

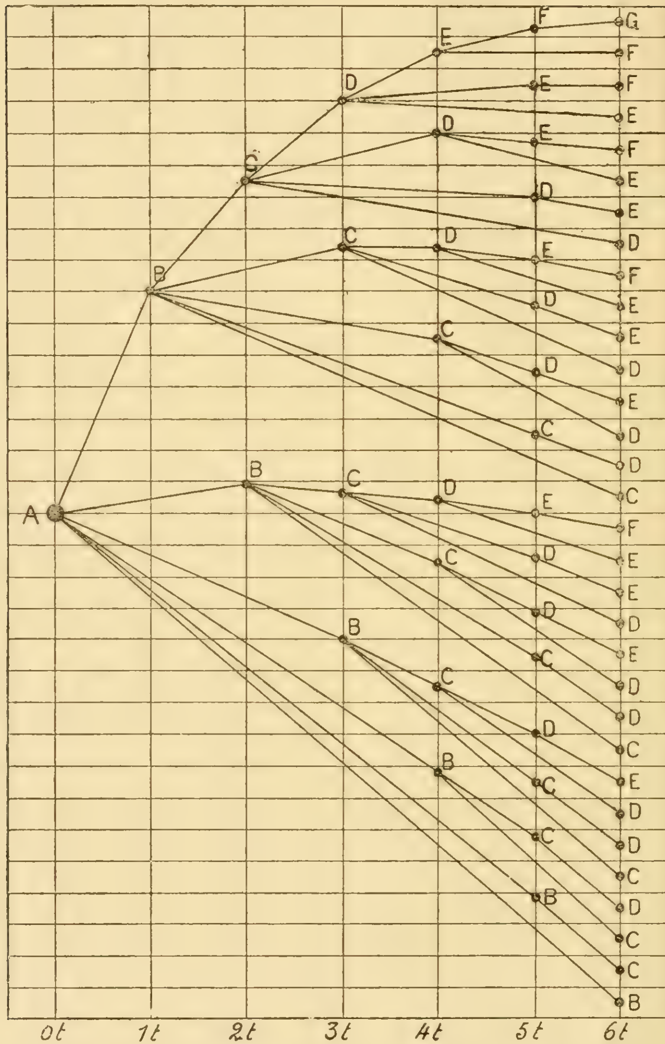


Fig. 1. — Diagramme indiquant le nombre et la nature des Diatomées issues de la cellule mère A après 6 périodes de temps, considérées comme égales et nécessaires à 6 déduplications.

Au bout de 2*t*, d'un temps double, A pourra donner une seconde cellule B, et la cellule fille B, un frustule C; la culture renfermera alors 4 frustules : A + 2B + C.

Au bout de $3t$, A aura donné 3 frustules B; les frustules B, 3 frustules C ; et un des frustules C, un petit frustule D; la macération contiendra alors 8 Diatomées : A + 3B + 3C + D.

Après $4t$, le nombre des Diatomées engendrées sera de 16; de 32 après $5t$; etc... etc...

Je donne dans le diagramme (*fig.* 1) l'arbre généalogique résultant de la déduplication régulière des Diatomées.

La cellule A est la première cellule mère, les cellules B, C, D, etc... désignent les frustules de 1[re], 2[e], 3[e], etc... génération ; enfin les espaces verticaux équidistants représentent l'espace de temps t nécessaire à une division. Je n'aurais pu sans compliquer la figure pousser plus avant cette représentation graphique; telle qu'elle est, elle va cependant nous servir à établir quelques remarques importantes :

1° En sommant tous les frustules engendrés, après : t... $2t$... $3t$... $4t$... .....nt.

Nous observons que ces sommes sont entre elles comme les termes de la progression géométrique (B).

$$\begin{array}{ccccc} 0 & t & 2t & 3t \ldots\ldots & nt \\ 1 & 2 & 4 & 8 \ldots\ldots & 2^n \end{array}$$

En un mot : quand le temps croît en progression arithmétique, le nombre des frustules croît en progression géométrique ;

2° Les frustules égaux en taille sont exactement représentés en quantité par les termes développés du binôme de Newton : $(a + b)^n$, quand a et b sont égaux à l'unité.

$$\text{(C)}\quad (1+1)^n = 1 + \frac{n}{1} + \frac{n(n-1)}{1.2} + \frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3} \ldots\ldots$$
$$\ldots\ldots + \frac{n(n-1)(n-2)\ldots\ldots(n-p+1)}{1.2.3\ldots\ldots p} \ldots\ldots + 1.$$

Autrement dit : en désignant, comme dans le diagramme (*fig.* 1), par A le frustule primordial, par B, C, D... et Z

des frustules de générations différentes qui en dérivent, les Diatomées d'égale taille seront représentées par les termes du binôme $(1 + 1)^n$.

A

Après t....... A + B

» $2t$..... A + 2B + C

» $3t$.... A + 3B + 3C + D

» $4t$... A + 4B + 6C + 4D + E

» $5t$.. A + 5B + 10C + 10D + 5E + F

$$\text{(C)}\quad nt.\ \ A + nB + \frac{n(n-1)}{1.2}C + \frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}D \ldots + Z$$

3° On remarque, de même, qu'on peut, avec la formule du binôme (C), déterminer le nombre et les Diatomées de même taille qui se développent au même temps; mais, comme dans une culture naturelle ou artificielle tous les frustules produits sont et restent à l'état de mélange plus ou moins intime, ce calcul ne saurait avoir qu'un intérêt spéculatif; or il nous importe, surtout ici, de tirer un bénéfice pratique de la formule $(1 + 1)^n$.

Pour parler avec des chiffres, je donne ci-après les termes de la série du binôme que fournit l'expression développée $(1 + 1)^{12}$, c'est-à-dire le nombre en tailles diverses des frustules après la 12e déduplication.

A + 12B + 66C + 220D + 495E + 792F + 924G + 792H + 495I + 220J + 66K + 12L + M.

De cette série convergente donnant au total 4 096 frustules, on déduit :

1° Que la cellule mère A a donné douze tailles de Diatomées dont M est la plus petite ;

2° Que les cinq Diatomées de taille moyenne (mésofrustules) E, F, G, H, I sont beaucoup plus abondantes que les huit Diatomées de tailles extrêmes A, B, C, D (mégafrustules) et J, K, L, M (microfrustules). Que les cinq mésofrustules désignés (E, F, G, H, I) donnent un total de 3 498 individus, tandis que le total des huit méga et

microfrustules atteint seulement 598, bien qu'ils soient de taille plus variée ;

3° Quant aux frustules les plus extrêmes A, B et L, M, au nombre de 26, tout micrographe appréciera qu'il sera malaisé de les saisir au sein des 4 096 individus qui se sont formés dans la culture. Plus, d'ailleurs, le nombre de déduplications sera élevé, et plus grand deviendra le rapport entre les Diatomées moyennes et les Diatomées extrêmes.

Donc l'observateur qui sèmera en faible nombre des individus de même taille, dans une macération stérile, trouvera, plus tard, dans la culture beaucoup de frustules de taille moyenne, et, comme on en peut juger, ce sera par le plus grand des hasards, si jamais les Diatomées mères et les dernières cellules filles tombent sous ses yeux. J'irai jusqu'à dire qu'après la 30e déduplication les six grandeurs des frustules extrêmes situés à gauche et à droite des mésofrustules, soit 12 sur 30, seront exceptionnellement aperçues ; en effet, le nombre de ces premiers frustules, qui est environ de un demi-million, se trouve noyé dans plus de un milliard de Diatomées. La chance de les saisir sera donc de 1 : 2 000.

M. Otto Müller ne paraît pas s'être rendu un compte bien précis de ces divers faits, quand il a publié la loi qui porte son nom, et qu'on trouve reproduite, en des termes réellement très obscurs, dans la plupart des traités des Diatomées. Il est certain qu'en enlevant par la pensée aux cellules filles leur fécondité, et en accordant aux mégafrustules seuls le pouvoir de se multiplier, on retarde la diminution de la taille et, conséquemment, l'apparition des auxospores. Mais, alors, comment expliquer les proliférations rapides des Diatomées qu'on observe du jour au lendemain, et qui ont pour résultat la multiplication en nombre incalculable de ces algues siliceuses ; ce fait ne saurait se comprendre avec la loi de M. Otto Müller, et ne pourrait s'expliquer si la loi du binôme, qui régit la multiplication des bactéries et même de la plupart des cellules animales et végétales, ne s'appliquait pas de même aux Diatomées.

Resterait, peuvent objecter les partisans de la loi de M. Otto Müller, à expliquer la rareté des frustules spo-

rangiaux? A moins qu'on se refuse à admettre qu'un frustule sporangial puisse fournir par déduplication 50, 80 et 100 grandeurs décroissantes de frustules, le bien-fondé de cette objection m'échappe entièrement.

En effet, au bout de la 100ᵉ déduplication, le nombre qui exprime la quantité des Diatomées engendrées dans une culture, où tout est censé s'être normalement passé, ce nombre, dis-je, est formé de 30 chiffres. Pour fixer les idées, si on admet avec moi qu'il faille 50 000 individus de la Diatomée considérée pour produire le volume de 1 millimètre cube, le volume des Diatomées engendrées par un seul frustule sporangial atteint celui de la terre; j'ajoute qu'il n'existera dans cette masse qu'un seul microfrustule, capable, d'après les idées admises, de rétablir la forme primitive dite sporangiale. Il semble dès lors que ce microfrustule extrême ou l'auxospore qui doit en naître ne seront pas aisés à découvrir au sein de cette quantité prodigieuse de Diatomées.

Mais, demandera-t-on légitimement : Un mégafrustule peut-il être le point de départ de 100 déduplications successives, et la forme minima de la Diatomée ne sera-t-elle pas atteinte depuis longtemps bien avant un si grand nombre de dédoublements ?

Peut-être quelques Diatomées, notamment celles qui ont les valves circulaires ou cylindriques, ne supportent pas 100 dédoublements ; la facilité avec laquelle on peut obtenir des auxospores, ou plus exactement des rétablissements de formes avec les Cyclotelles, les Mélosires, les Biddulphes, porterait à le supposer ; néanmoins on n'en sait encore rien ; mais, à coup sûr, chez les formes allongées comme les Nitzschies, les Synèdres, etc... le nombre des dédoublements est très considérable, et peut dépasser plus de 100, d'après mes observations. C'est, il me semble, pour ce motif qu'on n'a pas eu encore, je crois, l'occasion de rencontrer les auxospores des Synèdres ou des espèces dont les dimensions longitudinales sont relativement grandes, par rapport à la largeur. Si d'ailleurs, comme j'ai pu l'observer dans les cultures pures de plusieurs espèces lancéolées, les connectifs décroissent en épaisseur avec la taille de la Diatomée, le frustule qui se dédouble régulièrement con-

tinue sans doute à décroître, mais de plus en plus lentement et d'une façon uniformément retardée. Cette diminution progressive du connectif favorise certainement la multiplicité des dédoublements.

La loi d'Otto Müller, si ce mot est applicable à une généralisation trop hâtive d'une observation particulière, ne s'applique pas à la majeure partie des Diatomées, ainsi que je vais, du reste, le démontrer. Mais, avant d'aborder le domaine de l'expérience pure, je tiens à déclarer qu'on ne doit pas prendre dans son sens absolu et mathématique la théorie de la multiplication des frustules, telle que je viens de l'exposer.

D'abord toutes les déduplications ne se font pas certainement dans des temps égaux à toutes les périodes d'une culture ; ce temps est beaucoup plus court quand le milieu est chargé de matériaux nutritifs neufs que lorsque ce milieu est épuisé.

Il peut également survenir : qu'une cellule fille soit inféconde, malade et meure ; qu'elle soit la proie d'un infusoire ou attaquée par des parasites, etc.

Alors, on le conçoit aisément, la loi d'accroissement ne peut avoir son plein effet ; il en est d'ailleurs de même de tous les phénomènes naturels gouvernés par des lois générales, qui ne cessent jamais de s'exercer, mais qui peuvent être momentanément contrariées dans leur action ; quand ces causes perturbatrices disparaissent, on voit ces lois se manifester de nouveau et s'imposer énergiquement à toutes les cellules vivantes dont elles régissent la nutrition et la multiplication.

Expérience démontrant que les frustules de même taille contenus dans les cultures des Diatomées, vivant à l'état dissocié, sont entre eux comme les termes de l'expression $(1 + 1)^n$.

Une macération d'eau douce stérilisée reçoit par le procédé du fractionnement un ou deux frustules, au plus, de la Diatomée appelée *Nitzschia linearis*. La culture est rigoureusement débarrassée de tout protozoaire et de tout champignon.

Après 15 jours d'attente, l'espèce semée fait son apparition sous l'aspect d'individus peu nombreux mais, bien endochromés et parfaitement mobiles. L'espèce est rigoureusement pure ; il n'en

saurait d'ailleurs être autrement, puisque la semence a été prélevée dans une culture elle-même tout à fait pure. Notons, seulement, dans la macération la présence de quelques petites algues vertes globulaires en croissants et en fuseaux.

Au bout de 40 jours, le fond du vase offre un dépôt léger, uniforme, jaune verdâtre. La culture est alors supprimée. Le liquide limpide de la macération est soigneusement décanté ; le dépôt traité d'abord à froid par l'acide chlorhydrique, puis par l'eau régale et bien lavé à l'eau distillée, est enfin réparti sur 20 lamelles minces qu'on sèche à la température ordinaire et qu'on monte sur porte-objet avec une solution de baume de Canada dans le monobromure de naphtaline. Cette opération est pratiquée dans le seul but de mesurer la longueur des frustules nés dans la culture.

Les préparations confectionnées, il est procédé à mille numérations micrométriques avec l'objectif à sec n° 7 de Nachet et l'oculaire n° 2 à micromètre du même constructeur.

Cinquante divisions de l'oculaire micromètre égalent 120 μ.

Dans chaque préparation on fait 50 lectures de dimensions longitudinales de frustules pris méthodiquement en divers points de la préparation. Il n'est tenu compte que des demi-divisions du micromètre oculaire ; la lecture des 1/4 de divisions ne paraissant offrir aucune garantie et se trouvant dans les limites des erreurs dues à la mise au point.

Voici les résultats obtenus :

Nombre et longueur des frustules établis par centuries

Nombre de divisions	39	39,5	40	40,5	41	41,5	42	42,5	43	43,5
1re centurie . .	»	2	6	13	27	19	26	5	2	»
2e » . .	»	1	4	11	28	18	26	9	3	»
3e » . .	»	1	8	8	22	34	21	6	»	»
4e » . .	1	»	5	13	23	20	29	6	3	»
5e » . .	»	1	5	11	27	33	18	4	1	»
6e » . .	»	1	7	9	34	26	20	4	1	1
7e » . .	»	1	6	5	27	39	17	4	1	»
8e » . .	»	1	7	8	30	29	19	2	3	1
9e » . .	»	2	10	6	22	33	20	6	1	»
10e » . .	»	2	6	7	23	33	23	5	1	»
Totaux. . . .	1	12	64	91	260	284	219	51	16	2

Il est bien difficile par la méthode du fractionnement d'être exactement renseigné sur les dimensions du frustule ensemencé ; cependant je ne suis pas sans posséder à cet égard quelques probabilités.

La culture de laquelle la semence (1 ou 2 frustules) a été retirée

montrait des *Nitzschia linearis* d'une longueur variant de 43 à 45,5 divisions du micromètre oculaire, et dans les proportions pour cent indiquées par les 100 mensurations ci-après rapportées :

Frustules de	43	divisions	micrométriques	2
»	43,5	»	»	12
»	44	»	»	31
»	44,5	»	»	37
»	45	»	»	17
»	45,5	»	»	1
			Total. . . .	100

En négligeant les frustules extrêmes au nombre de 3, la chance était de 29 sur 30 de saisir pour l'ensemencement un frustule d'une longueur comprise entre 43,5 et 45 divisions; en outre, la chance la plus favorable était de prélever des frustules de 44 à 44,5 au nombre de 68 sur cent.

Quoi qu'il en soit, je ferai remarquer que, dans les 1 000 mensurations indiquées plus haut, les frustules de 43,5 divisions sont eux-mêmes très rares, qu'on n'en compte que 2 sur 1 000, et qu'il n'a pas été possible dans ces 1 000 mensurations d'en compter un seul de 44 ou de 44,5 divisions, précisément des frustules de la taille de ceux qui, selon toute probabilité, ont été semés dans la macération stérile.

L'interprétation des résultats fournis par cette expérience n'est pas difficile, si on a suivi avec attention les vues développées dans les premières pages de ce paragraphe.

Le ou les frustules semés d'une taille vraisemblablement égale à 44 divisions micrométriques ont, comme le frustule initial indiqué dans le diagramme de la figure 1, page 534, fourni des cellules de taille comprises d'abord entre 44 et 43 divisions ; ces cellules, on sait pour quel motif, à cause de leur rareté, n'ont pu être aperçues dans les préparations ; les frustules de 43 à 42 divisions sont devenus au contraire beaucoup plus fréquents ; et enfin les frustules de 42 à 41 divisions, le microscope les a montrés très abondants, précisément au fur et à mesure que les frustules augmentaient, suivant les termes de la progression géométrique (B).

Comme consécration des idées que je soutiens, si on

veut bien comparer dans le diagramme figure 2 la courbe des termes de l'expression $(1 + 1)^n$ (où j'ai choisi $n = 12$) avec les chiffres indiquant le nombre des frustules d'égale grandeur, inscrits dans le tableau des 1 000 mensurations), on constate, entre les graphiques, une ressemblance évidente.

Cette ressemblance, je l'ai constatée maintes fois, et je ne juge pas utile d'insister plus longtemps sur des faits dont les observateurs peuvent vérifier aisément l'exactitude.

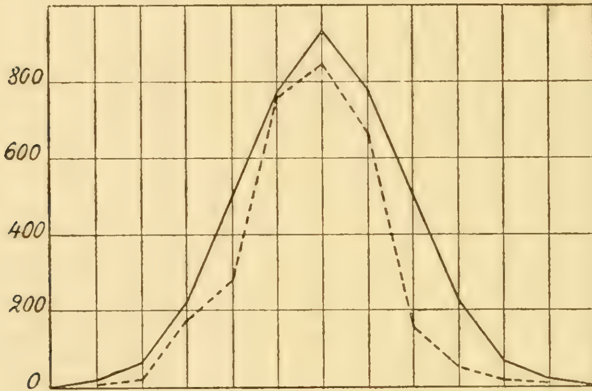


Fig. 2. — La courbe pleine régulière, enveloppante, est le graphique de l'expression $(1 + 1)^{12}$; la courbe ponctuée exprime les résultats numériques du tableau de la page 540.

Si la multiplication des frustules de la *Nitzschia linearis* s'était effectuée suivant la loi d'Otto Müller, la culture considérée aurait dû fournir des frustules de taille voisine de 44 à 43 divisions micrométriques, et à peu près tous égaux ; or c'est le contraire qui s'est présenté : donc les frustules d'une culture pure de Diatomées vivants à l'état dissocié sont entre eux comme les termes du binôme $(1 + 1)^n$.

IX. — Du rétablissement de la forme dite sporangiale chez les Diatomacées

Se résoudre, comme le dit M. Paul Petit, à attendre, pour les étudier, que la nature et le hasard nous présentent les

phénomènes qui accompagnent le rétablissement de la forme dite sporangiale chez les Diatomées, c'est, il me semble, désespérer beaucoup trop vite des moyens d'investigation que peuvent créer les expérimentateurs, et renvoyer à une date indéterminée la solution des problèmes qui intéressent le plus vivement les Diatomistes.

J'ai pensé, au contraire, que cet aveu d'impuissance, non dissimulé, etait une simple phrase banale, et qu'au lieu d'attendre patiemment la bonne fortune de recueillir des auxospores il était beaucoup plus pratique d'en provoquer la formation.

Les procédés de culture des Diatomées que j'ai inaugurés peuvent nous être ici du plus grand secours, car ils permettent de tenir à notre disposition, à tous les jours de l'année, des spécimens variés des algues siliceuses que nous étudions ici, de les placer dans des conditions très favorables de sporulation ou de conjugaison, s'il est vrai qu'une conjugaison doive précéder la formation des auxospores, et si la formation des auxospores est toujours nécessaire pour amener le rétablissement de la taille sans cesse décroissante des frustules des Diatomées.

Depuis plus d'un an que j'étudie sans interruption de nombreuses espèces de Diatomées, mon attention s'est particulièrement portée sur leurs curieux phénomènes de multiplication. J'ai déjà dit un mot des déduplications anormales de ces algues, et des individus monstrueux qui en sont la conséquence ; mais je n'avais pas encore eu l'occasion de parler des actes naturels qui ont pour but de ramener aux formes dites sporangiales les microfrustules résultant des bipartitions successives d'une espèce déterminée.

J'ai fréquemment observé dans mes cultures le rétablissement de la forme maximum chez les Cyclotelles, les Biddulphes, les Mélosires, quelques Nitzschies, mais je n'ai pu encore suivre, étape par étape, le passage des microfrustules aux mégafrustules que chez le *Melosira nummuloïdes* et la *Nitzschia palea*, cultivés à l'état de pureté, dans des cellules pleines d'eau de mer et d'eau douce.

Chez le *Melosira varians*, j'ai assisté à la formation des sphères sporangiales, sans parvenir à saisir, du moins d'une façon nette, le passage de ces corps globuleux aux

frustules cylindriques qui caractérisent cette espèce. Chez le *Biddulphia rhombus*, il m'a été aisé de produire à volonté des mégafrustules sans pouvoir encore distinguer des auxospores. Chez le *Cyclotella comta*, j'ai assisté aux diverses phases, très simples en apparence, qui précèdent le rétablissement de la forme maximum. Enfin je cherche aujourd'hui à provoquer le rétablissement de la forme chez les Synèdres, les grandes Nitzschies, les Navicules ; en un mot, chez les espèces dont les dimensions longitudinales sont généralement bien supérieures aux dimensions transversales. J'ai dû, pour constater ce passage, imaginer des méthodes de culture dont la description fera l'objet de ce paragraphe.

Du passage des microfrustules aux mégafrustules chez le Melosira nummuloïdes

Dans les cellules de cultures semblables à celles que j'ai décrites et figurées ailleurs (1), on introduit : de l'eau de mer naturelle ou artificielle, une fraction de grain de son, quelques fibres de paille et de zostères marins, enfin quelques grains de brique pilée de la grosseur d'une tête d'épingle. Les cellules sont alors portées dans une étuve à 65°, afin de les purger de tout germe d'infusoires, d'algues ou de champignons. Après 1/4 d'heure de cette température, il ne reste plus de vivant dans ces macérations que des bactéries incapables de nuire à la multiplication du Mélosire.

Les cellules refroidies, on introduit dans chacune d'elles, au moyen d'une pince fine, flambée, à mors recourbés, un ou plusieurs filaments de *Melosira nummuloïdes*, cultivé à l'état de pureté, de préférence des filaments variant de 12 à 18 μ.

La cellule est ensuite renversée sur sa lame mince, et disposée sur du papier blanc à la lumière diffuse ou à l'action des rayons réfléchis par le zénith.

On attend pendant 15 à 20 jours. Durant ce temps l'espèce prend un grand accroissement ; au bout de 40 jours à 2 mois, la cellule est placée sur mon microscope coudé dans un endroit bien éclairé.

En passant en revue les filaments de cette préparation vivante, on s'aperçoit que les articles de beaucoup de chaînes du *Melosira nummuloïdes*, et même les cylindrosphères contenus dans la même gaîne sont, très souvent, séparés par un épanchement abondant d'une substance hyaline très réfringente, qui s'illumine fortement

---

(1) *Annuaire de l'Observatoire de Montsouris* pour 1892-1893, page 552.

par l'éclairage (1). C'est généralement dans ces chaînes, où semble régner une turgescence spéciale, que l'observateur voit se produire à l'extrémité ou sur le parcours de la chaîne les mégafrustules qui rétablissent la grandeur de l'espèce.

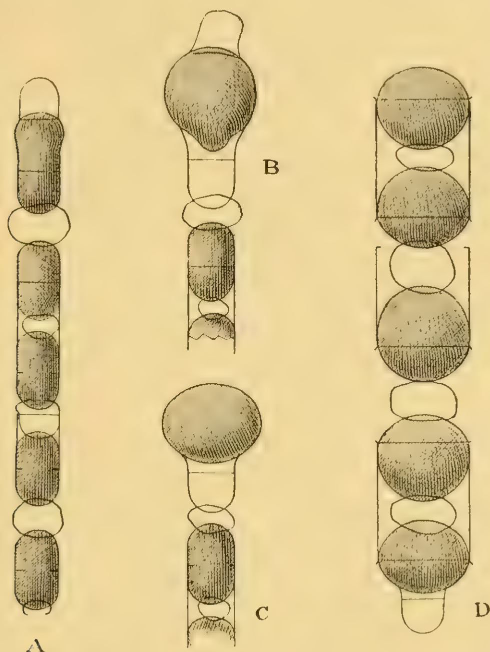


Fig. 3. — A, chaînes d'articles cyclindrosphériques dont l'article terminal devient le siège du travail préliminaire qui précède le rétablissement de la taille. — B, le protoplasma quitte complètement les microfrustules. — C, grandeur rétablie. — D, chaîne d'articles provenant de la forme rétablie. — Gross. = 500.

Un des articles cylindriques du filament, au lieu de devenir le siège d'une division ordinaire, se remplit d'une quantité anormale de protoplasma bien endochromé. Sous l'action de la quantité toujours croissante de ce protoplasma, les frustules sont repoussés (*fig.* 3, voir en A), et la masse protoplasmique retenue par une membrane peu visible s'épanche à l'extérieur (voir en B), s'accroît de plus en plus, abandonne l'intérieur des microfrustules cylindriques et prend généralement la forme sphérique (voir en C). Le protoplasma reste durant cette opération entouré d'une mem-

(1) Cette glu, cette gélatine ou mieux ce thalle hyalin, se colore fortement en bleu noir par le bleu de méthylène, matière colorante pour laquelle il a une grande affinité. Dans les vieilles cultures ce thalle peut se ramifier et donner des sortes de pseudopodes naissant de la masse du thalle interarticulaire.

brane extensible, peut-être en partie formée par la glu que nous avons signalée, car on ne voit jamais l'endochrome se mélanger au liquide de la macération, tandis que le contraire a lieu quand on détermine par traumatisme la rupture d'une de ces grosses sphères.

La membrane des masses globuleuses des nouvelles formations ne tarde pas à se silicifier et, dès le lendemain, elles peuvent se diviser et produire des individus semblables à elles.

Le mégafrustule sphérique naît généralement d'un article cylindrique de 10 μ environ, et possède lui-même un diamètre double environ de 20 à 22 μ. Le plus souvent, les valves des microfrustules, qui ont donné naissance à la masse protoplasmique, restent presque toujours soudées aux gros frustules sphériques, et ne s'en détachent pas, même quand le filament se dissocie.

Le temps employé à ce rétablissement de forme est souvent très long, il exige dans les conditions où je me suis placé de 36 heures à 3 jours. Mais le mégafrustule constitué et parvenu à maturité se divise rapidement ; en 40 heures j'ai pu voir ces frustules sporangiaux fournir des chaînes de 50 à 60 sphères identiques à eux ; toutefois dans une expérience, la 50e sphère avait un diamètre inférieur de 1,8 μ au frustule dit sporangial.

Le rétablissement de la forme chez le *Melosira nummuloïdes* s'effectue donc avec une extrême simplicité ; il ne s'accompagne d'aucun phénomène de conjugaison, mais je ne saurais affirmer si le microfrustule duquel procède le mégafrustule est le siège d'une fécondation particulière ; rien ne permet de le supposer. Quoi qu'il en soit, il n'y a pas ici formation d'auxospores, dans le sens qu'on attache à cette expression ; on assiste à un simple rétablissement de grandeur, et le mot de frustule sporangial qu'on donne généralement aux mégafrustules primitifs est ici impropre, puisqu'il n'y a pas formation de sporange.

Dans les cultures dirigées comme il vient d'être dit, la constatation du passage du micro au mégafrustule est une observation banale, car il n'est pas rare de compter par millimètre carré jusqu'à 20 et 30 passages qui s'effectuent tous de la même manière.

Je n'en dirai pas autant des phénomènes qui accompagnent le rétablissement de la forme maximum chez le *Melosira varians*.

Que ce soit l'article terminal ou un article intermédiaire de cette Diatomée en chaîne qui devienne le siège des phénomènes précurseurs du rétablissement de la taille, le

protoplasme contenu dans le frustule acquiert un volume considérable, rejette les deux valves cylindriques en avant et en arrière, parfois suivant une ligne droite axiale, le plus souvent angulairement (Voir *fig.* 4).

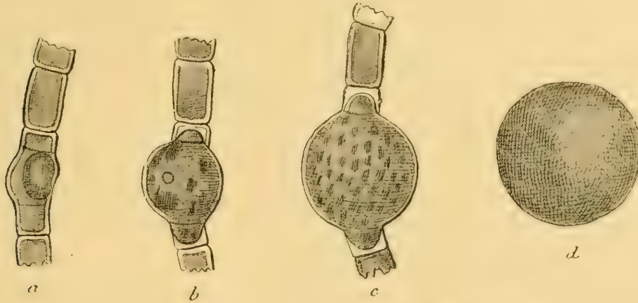


Fig. 4. — Formation des œufs ou sporanges chez le *Melosira varians.* — *a*, début de la germination. — *b*, phase suivante. — *c*, croissance à peu près terminée. — *d*, spore ou sporange de couleur foncée, isolée de la chaîne. — Gross. = 400.

L'endochrome quitte lentement les deux valves, et se concentre en une masse volumineuse, sphérique, ovoïde, quelquefois apiculée ; à ce moment on aperçoit très bien les phéoleucites, très nombreux dans la spore, dont le contenu est plus ou moins foncé. Ce n'est pas, encore ici, sur les filaments de plus petits diamètres que naissent ces masses sphériques. Dans les cultures de *Melosira varians*, où l'on trouve des filaments de 8, 10 et 12 μ de large, c'est ordinairement sur des filaments possédant 13 μ que se forment les spores, pouvant atteindre 35 à 40 μ. Le rapport entre le diamètre de la spore et celui du filament est, en moyenne, égal à 3.

La spore une fois formée s'isole plus tard de la chaîne, se débarrasse des deux valves qui y adhèrent ; sa membrane externe s'épaissit, et son contenu devient plus sombre, brun foncé et de moins en moins distinct.

J'avais pensé tout d'abord que, à l'exemple du *Melosira nummuloïdes*, les gros frustules globulaires des chaînes du *Melosira varians*, qu'on voit, très souvent, parcourus par une ligne équatoriale, allaient se transformer directement en cylindres par l'éloignement des deux calottes sphériques qui les limitent extérieurement, et constituer ainsi le premier mégafrustule cylindrique d'une chaîne

de diamètre maximum. Rien de pareil n'a été aperçu, et j'ajouterai que, dans des macérations où il avait été semé uniquement des filaments de 10 à 20 μ de diamètre, je n'ai pu jamais observer, après le rétablissement de la forme, des articles d'un diamètre supérieur à 24 et 26 μ, tandis qu'on aurait dû en apercevoir d'une largeur voisine de celle des sphères, c'est-à-dire de 35 à 40 μ, si les choses s'étaient passées comme je l'avais d'abord supposé.

Que deviennent les spores nées en plus ou moins grand nombre à l'extrémité ou dans le parcours des filaments du *Melosira varians*, dans lesquelles le protoplasme semble pendant quelque temps adopter la vie ralentie des œufs d'un grand nombre de thallophytes? Je l'ignore, n'ayant pu assister encore à l'éclosion de ces œufs ; cependant, dans les cultures en cellules où ces auxospores se rencontraient par milliers, j'ai vu plusieurs fois ces sphères, grossies encore en diamètre, laisser échapper par des opercules circulaires, des frustules cylindriques, au nombre de 2, 3 et 4. Néanmoins, je fais les plus expresses réserves sur ce genre de formation des frustules sporangiaux chez le *Melosira varians*, et j'attendrai pour être plus affirmatif d'avoir suivi, pas à pas, les diverses phases du phénomène que je crois avoir entrevu.

Quand on sème des individus de *Cyclotella Comta*, d'un diamètre compris entre 10 et 14 μ, dans une macération convenablement nutritifiée, cette espèce ne tarde pas à prendre un développement considérable. D'abord elle donne un dépôt jaune léger muqueux, qui augmente beaucoup et fonce de couleur en vieillissant. La hauteur de ce dépôt peut atteindre le 1/4 de la hauteur totale du liquide du vase de culture. En examinant à de faibles grossissements, après 40 ou 60 jours d'attente, ces frustules de Cyclotelles qui se sont multipliés par millions, on découvre parmi eux d'abord un grand nombre de microfrustules d'un diamètre très voisin de 10 et 12 μ, ensuite des mégafrustules pouvant atteindre 36, 38 et même 40 μ ; et aussi, les formes intermédiaires comprises entre ces frustules de grandeur extrême.

En étudiant attentivement ces sortes de préparations, je n'ai jamais pu, jusqu'ici, y rencontrer des œufs ; je veux dire des auxospores de Cyclotelles ; mais on y distingue des

microfrustules d'un diamètre égal à 13 μ, et même légèrement supérieur (voir *fig.* 5), qui s'allongent outre mesure en petits cylindres chargés d'un endochrome très granuleux de couleur foncée. Bientôt, le protoplasme du frustule augmentant de volume, les deux valves de cette petite Diatomée s'entr'ouvrent pour laisser passer une masse protoplasmique qui s'étale en disque, grossit et peut atteindre 40 μ de diamètre. Au fur et à mesure que le protoplasme grossit, il quitte lentement l'intérieur des valves du Cyclotelle dont

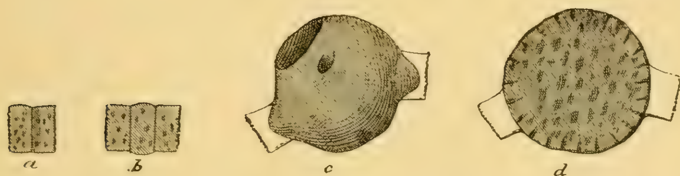


Fig. 5. — Rétablissement de la taille chez le *Cyclotella Comta*. — *a*, microcyclotelle. — *b*, début de germination. — *c*, épanchement et augmentation de volume du protoplasme. — *d*, cyclotelle irrégulier de taille rétablie. — Gross. = 500.

les frustules restent attachés à cette masse dans une direction angulaire, et qu'on retrouve soudés aux mégafrustules, même après maturation de ces derniers. La membrane extérieure du mégafrustule se silicifie très rapidement; bien souvent ce premier frustule qui rétablit la taille est irrégulièrement circulaire, mais au bout de quelques divisions les lois de la symétrie sont observées, et les valves deviennent rigoureusement circulaires.

Dans le cas du *Cyclotella Comta*, nous nous trouvons en présence d'un rétablissement de forme s'effectuant très simplement et tout à fait analogue à celui qu'on observe chez le *Melosira nummuloïdes*.

Je réserve pour des mémoires ultérieurs, accompagnés de planches photomicrographiques, les descriptions du réta blissement de la taille chez les Diatomées à valves circulaires; en effleurant ce sujet aujourd'hui, je désire seulement montrer combien peuvent être utiles pour les expérimentateurs les cultures artificielles des Diatomées, et aussi combien sont plus difficiles à obtenir les rétablissements de la forme chez les Diatomées lancéolées, c'est-à-dire chez

celles dont les dimensions longitudinales l'emportent de beaucoup sur les dimensions transversales.

Que ce soit chez les Mélosires ou les Cyclotelles, nous devons noter que le mégafrustule qui rétablit la taille de l'espèce naît de microfrustules qui sont loin d'être toujours les plus petits des cultures : ainsi, chez le *Melosira nummuloïdes* le diamètre des filaments peut descendre à 8 μ, et c'est sur les filaments de 10 et 11 μ que naissent les frustules dits sporangiaux ; sur le *Melosira varians*, on observe généralement la formation des sphères auxosporiennes sur des frustules cylindriques de 12 à 14 μ de diamètre, alors qu'on rencontre des filaments de cette Diatomée voisins de 8 à 9 μ ; enfin chez les Cyclotelles les mégafrustules primordiaux naissent d'individus dont le diamètre des valves varie de 13 à 16 μ, alors qu'on peut en rencontrer dans les macérations de beaucoup plus petits.

Ainsi, il est acquis que, si ce ne sont pas les frustules de la plus petite taille qui ont la faculté de germer pour donner des formes dites sporangiales, ce sont néanmoins à des frustules de dimensions considérablement réduites que ce rôle est dévolu.

Rien n'est d'ailleurs absolu dans ces questions du rétablissement de la forme : si le *Melosira nummuloïdes*, pris pour exemple, passe communément de l'état de microfrustule cylindrosphérique de 10 à 12 μ de diamètre à celui de mégafrustule sphérique de 20 à 24 μ, on peut également observer, dans la même culture, le passage fort curieux de ce mégafrustule sphérique de 20 à 24 μ à celui de mégafrustule sphérique de 34 μ, rétablissement *en deux temps* qui porte le diamètre des filaments de cette Diatomée de 10 à 12 μ à 34 μ. La nature nous montre ainsi les moyens rapides et merveilleux de simplicité par lesquels elle répare les effets mathématiques de la décroissance de taille des Diatomées. Dans le premier rétablissement, le diamètre du Mélosire passe de 1 à 2, c'est-à-dire double de largeur ; dans le second rétablissement, il s'accroît de 2 à 3, seulement de 1/3 ; rien ne nous autorise à nier que cette taille arrivée à 3 ne puisse parvenir à 4, 5, etc., et donner ces grandes formes de Diatomées qu'on rencontre parfois dans les milieux naturels de culture. En variant la

composition des macérations et l'action des agents physiques qui favorisent le développement des algues siliceuses, l'expérimentateur aura peut-être en main les moyens de créer des mégafrustules jusqu'ici inconnus.

Il faut cependant, pour obtenir en abondance des auxospores ou, je préfère employer cette expression comme plus conforme aux faits, des mégafrustules primordiaux, se procurer des microfrustules voisins des petites tailles limites.

L'expérimentateur peut fort bien arriver à ce but en s'inspirant des considérations et des faits que j'ai développés dans le paragraphe précédent. L'espèce sera d'abord isolée et cultivée à l'état de pureté ; de cette première culture, on prélèvera un petit nombre d'individus qu'on sèmera dans une nouvelle macération stérilisée ; la décroissance de la taille des frustules s'effectuant d'après les termes développés de l'expression $(1+1)^n$, les frustules les plus abondants seront de taille moyenne ; or, comme ce sont ces frustules de taille moyenne qu'on introduit toujours en plus grand nombre dans les macérations, on obtiendra des Diatomées de taille sans cesse décroissante, et on parviendra ainsi à obtenir les microfrustules dont la germination rétablit la forme première.

Ces sortes de cultures en séries exigent parfois un temps très long ; mais, la décroissance des Diatomées s'effectuant pour ainsi dire d'une façon mathématique, le succès est toujours certain.

Je citerai, comme exemple d'une expérience pouvant mettre à l'épreuve la persévérance de l'expérimentateur, celle que je poursuis actuellement dans mon laboratoire.

De la diminution progressive de la taille de l'espèce appelée Nitzschia linearis

Le 5 avril 1892, la *Nitzschia linearis* est isolée de tout autre frustule de Diatomée et placée dans une macération d'un volume de 50 centimètres cubes minéralisée et nutritifiée, au point de vue de la matière organique, avec un grain de son et un brin de paille. Concuramment avec cette Nitzschie, il se développe dans la macération des Scénédesmes et des Protocoques. Ces algues vertes en partageant les aliments de la macération avec la Nitzschie ne

gênent pas son développement d'une façon appréciable, et c'est pour ce motif que je n'ai pas cherché à éliminer ces végétaux.

Aujourd'hui, l'expérience date de plus de 200 jours, et j'ai la satisfaction d'avoir fait diminuer la taille de la *Nitzschia linearis* de 17 μ, de deux fois, à peu près, le diamètre d'un globule rouge de sang humain.

D'après ce qui précède, on devine la méthode expérimentale que j'ai employée; j'ai transporté de la première culture quelques centaines de Nitzschies dans une seconde macération neuve stérilisée; au bout de 20 à 25 jours, quelques centaines d'individus de la même Diatomée ont été transportés de cette deuxième culture dans une 3e macération; bref, j'en suis arrivé aujourd'hui à la 10e culture, et la *Nitzschia linearis*, qui avait au début, c'est-à-dire dans la première culture, une taille moyenne de 115,2 μ, n'a plus aujourd'hui que 98,1 μ de longueur.

Voici d'ailleurs un tableau où se trouvent résumées les mensurations microscopiques par lesquelles ont été déterminées les tailles des individus vivants dans ces dix cultures successives. On s'apercevra, encore ici, que les frustules de longueur moyenne sont toujours très abondants, tandis que les frustules de dimensions extrêmes sont excessivement rares.

Je me propose de poursuivre cette expérience, dût-elle durer plusieurs années, jusqu'à l'obtention des microfrustules régénérateurs de la taille de l'espèce que je viens de considérer.

Fort heureusement pour l'observateur toutes les Diatomées ne se multiplient pas avec la lenteur de la *Nitzschia linearis*, et on peut avec des espèces d'une multiplication rapide, croissant visiblement du jour au lendemain, recommencer de semblables essais.

L'expérience que je vais rapporter me semble devoir fixer l'attention des diatomistes, non seulement parce qu'elle démontre la légitimité des idées que je défends, mais parce qu'elle prouve que mes procédés conduisent à des résultats certains.

Nombre pour 100 des tailles de la Nitzschia linearis *dans dix cultures successives*

DIVISIONS du MICROMÈTRE oculaire	45,5	45	44,5	44	43,5	43	42,5	42	41,5	41	40,5	40	39,5	39	38,5	38	37,5	37	36,5	36	35,5	LONGUEUR moyenne en μ
1re Culture	2	20	27	41	9	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	115,2
2e »	»	»	1	23	26	33	13	4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	112,4
3e »	»	»	»	»	2	21	24	26	16	8	2	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	109,7
4e »	»	»	»	»	»	3	11	21	23	32	7	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	108,0
5e »	»	»	»	»	»	1	»	1	3	24	18	37	9	6	1	»	»	»	»	»	»	104,8
6e »	»	»	»	»	»	»	»	»	4	10	7	32	21	14	4	7	1	»	»	»	»	103,2
7e »	»	»	»	»	»	»	»	»	»	5	8	11	25	18	13	15	2	2	1	»	»	101,6
8e »	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	9	16	31	18	17	5	2	»	»	»	100,8
9e »	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	5	18	24	29	12	10	1	»	»	99.3
10e »	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	3	7	11	28	21	21	4	3	1	98,1

Du rétablissement de la forme dite sporangiale chez la Nitzschia Palea

Cette espèce, fort gênante pour l'expérimentateur qui se livre aux cultures des Diatomées par la raison qu'elle se trouve disséminée un

peu partout, et qu'elle finit, ordinairement, par disputer victorieusement le terrain aux Diatomées qui se trouvent mélangées avec elle, a été pour moi l'objet d'observations importantes.

Cette Diatomée isolée, il y a quelques mois, à l'état de pureté et ensemencée dans des macérations ordinaires accusa dans la première culture une longueur moyenne égale à 37 μ. Je fis successivement, de 8 jours en 8 jours, 12 cultures durant lesquelles cette longueur décrut assez rapidement, bien que chaque ensemencement comportât au moins un millier de frustules de tailles variées.

Voici d'ailleurs les résultats moyens des mensurations qui ont été effectuées avec un bon appareil à immersion à eau de Nachet.

		Longueur en μ
1re	Culture	37 0
2e	»	34,5
3e	»	33,5
4e	»	32,5
5e	»	31,2
6e	»	29,9
7e	»	28,3
8e	»	27,0
9e	»	26,8
10e	»	28,2
11e	»	26,5
12e	»	28,2

Ces chiffres sont traduits par le diagramme (*fig.* 6) dans lequel les μ sont représentés par des millimètres ; on y remarque que la taille moyenne des Nitzschies décroît d'une façon très sensible jusqu'à la neuvième culture ; à ce moment, non seulement les Diatomées ne décroissent pas, mais leur taille moyenne augmente, ce qui tient à ce que la division des microfrustules extrêmes est suspendue, et que pendant ce temps les microfrustules de taille supérieure continuent à se diviser. La loi du binôme se trouve alors inappliquée, puisque les frustules de taille extrêmement petite sont incapables de se dédoubler.

Brusquement, à la douzième génération, on assiste au rétablissement de la forme ; ce sont surtout les Nitzschies d'une longueur comprise entre 28 et 32 μ qui se mettent à germer en grand nombre, et à produire des auxospores.

La Nitzschie suspend ses mouvements, on voit son protoplasme gonfler considérablement, au centre de la Diatomée, c'est-à-dire autour du noyau ; les valves de la Nitzschie s'ouvrent alors à une extrémité, tandis qu'elles restent habituellement adhérentes comme les deux couvertures d'un livre à l'autre bout (*fig.* 7). Le thalle extérieur du frustule est déchiré, et dans deux sens, diamétrale-

ment opposés au noyau, le protoplasme s'allonge en boudins, dont la croissance s'arrête, quand la taille de l'auxospore a atteint en moyenne 68 μ.

Les corps ainsi formés sont jaunes, translucides comme les Diatomées, ils possèdent des globules huileux, volumineux, ordinairement au nombre de 4, savoir : 2 au voisinage du noyau, et 2 aux extrémités de l'auxospore ; on distingue dans leur intérieur les lames jaunes d'endochrome particulières aux Nitzschies ; ils sont entou-

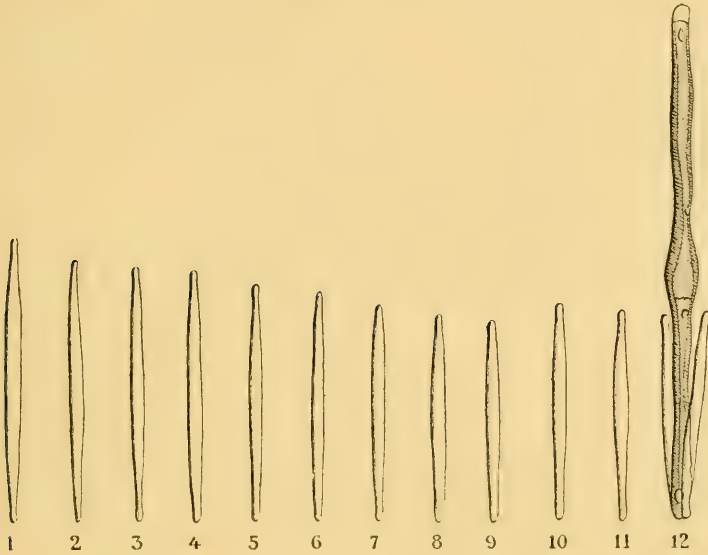


Fig. 6. — 1, 2, 3, ... et 11, tailles moyennes de la *Nitzschia palea* dans onze cultures successives. — 12, frustule donnant une auxospore assez régulière. Gross. = 1 000 diamètres.

rés d'abord d'une membrane de cellulose qui se silicifie très rapidement, se recouvre des points carénaux et des stries propres à l'espèce, ce qu'on peut constater en traitant par l'acide nitrique ces cellules de nouvelle formation. Les auxospores ne sont à aucun moment de leur croissance constituées par du protoplasma nu ; elles sont entourées, comme je viens de le dire, par une membrane qui paraît être celle qui tapisse intérieurement les valves des microfrustules, cela est si vrai qu'en écrasant avec la pointe d'une aiguille les auxospores des Diatomées dont il a été question jusqu'ici le protoplasme se répand irrégulièrement dans le liquide avec les phéoleucites et les globules huileux ; la figure 7 représente en *b*, *c*, *d* et *e* les phases successives du développement d'une auxospore chez la *Nitzschia palea*.

Dans une culture d'un volume de 10 centimètres cubes, on peut obtenir jusqu'à plusieurs millions d'auxospores ; d'après mes dé-



Fig. 7. — *a, b, c, d, f,* phases successives de la germination d'un frustule de *Nitzschia palea.* — Gross. = 1 000 diamètres.

nombrements le chiffre de ces frustules dits sporangiaux peut être,

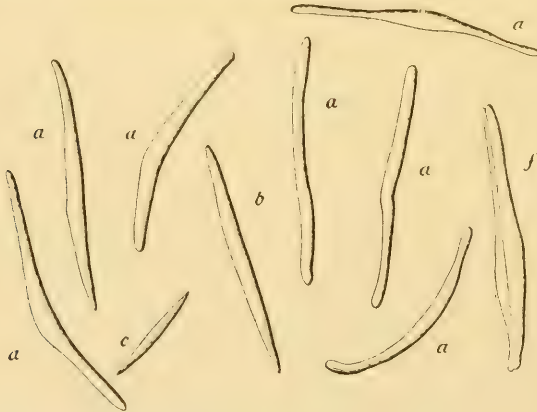


Fig. 8. — *a, a, a ...,* auxospores mobiles de forme irrégulière. — *b,* mégafrustule régulier. — *c,* petite Nitzschie ou microfrustule. — *f,* auxospore irrégulière en voie de déduplication et de régularisation. — Gross. = 500 diamètres.

dès le début, aux microfrustules comme 12, 15 est à 100; aucune de ces auxospores ne se ressemble : les unes ont une forme presque

rectiligne, la plupart sont arquées, recourbées plusieurs fois sur elles-mêmes grossièrement sigmées; les autres ont les extrémités très arrondies ou plus ou moins effilées, leur épaisseur est inégale et irrégulière; d'ailleurs, la figure n° 8 indique les formes les plus communes qui s'observent dans les macérations.

La croissance de ces corps protoplasmiques est relativement assez rapide, elle peut atteindre jusqu'à 8 à 10 μ à l'heure et être achevée au bout de 5 heures. Alors ces corps irréguliers entrent en mouvement, se répandent dans les cultures qu'ils sillonnent en entraînant souvent avec eux les valves du microfrustule qui leur a donné naissance.

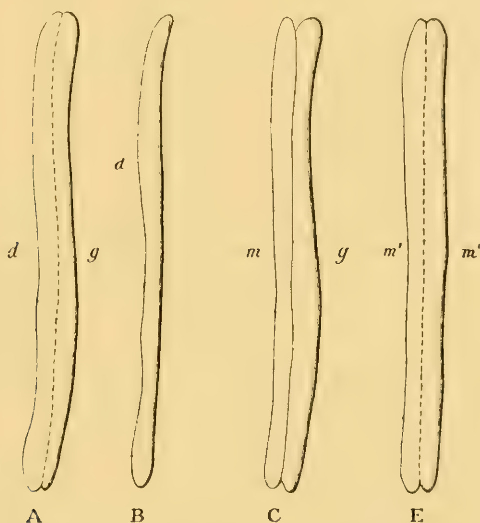


Fig. 9. — Auxospore en voie de multiplication et de rectification par cloisonnement, face connective. — Gross. = 1 000 diamètres.

Les mégafrustules irréguliers qui se meuvent dans le liquide deviennent rapidement le siège de déduplications, et c'est grâce aux divisions successives qui suivent que la Diatomée peut récupérer sa forme élégante.

Dans la figure 9, nous voyons en A une auxospore sigmée se cloisonner et donner deux individus *d* et *g* séparés par une cloison commune beaucoup moins irrégulière que les valves externes de l'auxospore. En C, la valve *g* s'est divisée à son tour par une cloison presque droite, et fournit une Diatomée *m*, qui, en grossissant et se dédoublant en deux individus, fournira deux *Nitzschia palea*, dont les valves seront arrivées à la régularité habituelle. C'est donc par la division que les mégafrustules primitifs (j'appelle, je le dis encore, de ce nom les productions qui naissent des microfrustules

par simple germination) arrivent aux formes sous lesquelles les diatomistes les rencontrent habituellement dans la nature. Je viens uniquement de parler de la régularisation du plan des valves, j'aborderai plus tard la régularisation de la face valvaire de cette Diatomée.

Pour terminer ce paragraphe, je résumerai très brièvement les faits instructifs qui y ont été mentionnés :

1° Il n'est plus besoin d'attendre que le hasard présente aux observateurs les auxospores des Diatomées ; l'expérimentateur peut, au moyen des cultures artificielles successives de ces algues amenées à l'état de pureté, se procurer de la façon la plus aisée des millions de frustules sporangiaux, tant des Diatomées filamenteuses que des Diatomées vivant à l'état de cellules dissociées ;

2° Le rétablissement de la taille chez les Diatomacées s'effectue le plus habituellement en dehors de la production de spores ou de sporanges. Le protoplasme des microfrustules, voisin des tailles extrêmes, augmente de volume, s'échappe des valves, et, entouré d'une membrane d'abord cellulosique, s'épanche dans les cultures en adoptant ordinairement une forme très irrégulière se rapprochant pourtant de celle des mégafrustules normaux. Plusieurs de ces corps ne sont pas plutôt formés qu'ils entrent en mouvement ;

3° Les mégafrustules primordiaux de forme bizarre et assymétrique acquièrent leur élégante régularité par les déduplications dont ils deviennent immédiatement le siège ;

4° Le protoplasme qui s'échappe des microfrustules ne s'effectue pas habituellement dans la glu ou la substance gélatineuse signalée par plusieurs auteurs ; de plus, il est vraisemblable, comme je l'ai fréquemment observé, que les auxospores doubles, placées, côte à côte, sont dues à la germination simultanée de deux microfrustules en voie de se diviser et dont les valves internes ont encore quelques points d'adhérence ;

5° Il reste incertain si les microfrustules sont avant leur germination l'objet d'une fécondation particulière, le phénomène de la conjugaison devant être jusqu'ici écarté dans le rétablissement de la forme des 5 à 6 espèces où j'ai pu l'observer.

DE LA PERMÉABILITÉ DES FILTRES CHAMBERLAND A L'ÉGARD DES BACTÉRIES

PAR

E. DE FREUDENREICH

Si l'on compare les jugements portés par divers bactériologistes sur les qualités des filtres Chamberland-Pasteur, on constate des opinions fort diverses. Ainsi, tandis que les uns, comme M. Kitasato (*Zeitschrift für Hygiene,* X, p. 267), qui les a fréquemment employés pour filtrer des cultures bactériennes, émettent l'avis qu'ils donnent des liquides réellement privés de germes, à la condition, bien entendu, que l'on se serve de bougies filtrantes ne présentant ni fentes ni défaut de fabrication, d'autres savants, comme M. Kübler (*Zeitschrift für Hygiene,* VIII, p. 48), prétendent que ces filtres employés d'une façon continue ne donnent une eau stérile que pendant 4 jours au plus; même dans quelques-unes de ses expériences, les bactéries se seraient montrées dans le *filtratum* déjà après 24 heures. MM. Giltay et Aberson, dans un récent travail (*Centralblatt für Bakteriologie*, XII, p. 92), s'expriment dans le même sens. D'après les expériences faites en France, au contraire les résultats obtenus avec ces filtres se présentent sous un jour plus favorable.

Nous rappellerons surtout à cet égard les expériences faites par le Dr Miquel (V. son *Manuel pratique d'analyse bactériologique des eaux,* p. 170, et *Revue d'hygiène*, août 1885), desquelles il résulte avec une certitude absolue que les bougies Chamberland peuvent fournir de notables quantités d'eau parfaitement pure de germes, même quand on les laisse fonctionner d'une manière continue. Ainsi, dans une première expérience, 830 grammes d'eau filtrée au début et ensemencés dans du bouillon de bœuf très concentré se montrèrent purs de germes. Le filtre ayant

continué à fonctionner 3 jours durant à raison de 12 litres par 24 heures, on ensemença de nouveau 760 grammes d'eau, qui se montrèrent également stériles, de même pour 610 grammes recueillis 3 jours plus tard, l'appareil marchant toujours sans interruption, les prises d'eau ayant été opérées au début, au milieu et à la fin de l'expérience ; il est présumable que les 72 litres d'eau filtrée en 6 jours ont été également privés de toute bactérie.

Une seconde expérience, conduite de la même façon et répartie sur une durée de 5 jours, prouva de même l'absence de bactéries dans un volume de 150 litres d'eau filtrée.

Enfin, dans une 3e série d'expériences des quantités de 32 et 35 litres d'eau filtrée d'un coup, et amenées dans de grandes bonbonnes de verre stérilisées, au contact de 2 litres d'un bouillon très concentré contenant les matières extractives de 8 kilogrammes de viande, ne donnèrent naissance à aucune éclosion de bactéries. Ces expériences démontrent clairement que la pression seule ne peut pas entraîner les bactéries à travers le filtre, même quand elle agit d'une façon continue pendant 5 à 6 jours. Aussi les expérimentateurs qui ont vu apparaître des bactéries dans le *filtratum* attribuent-ils ce phénomène moins à un entraînement mécanique des germes à travers le filtre dû à la pression qu'à la faculté que posséderaient les bactéries de croître à travers les pores des bougies filtrantes, fait qui se produirait d'autant plus rapidement que la température serait plus élevée. Ainsi MM. *Kübler*, *l. c.*, et *Nordtmeyer* (*Zeitschrift für Hygiene*, X, p. 151).

Ce point spécial n'étant pas encore élucidé par les expériences faites jusqu'ici, il m'a paru intéressant de diriger un certain nombre d'expériences de ce côté de la question. Il est clair, en effet, que, si les bactéries sont douées du pouvoir de croître à travers ces filtres au bout d'un temps plus ou moins long, on devra, pour l'emploi de ces derniers dans les ménages, par exemple, tenir compte de ce fait.

J'ai pratiqué ces expériences tant avec l'eau de la conduite d'eau du laboratoire, qui est la même que celle qui est distribuée dans la ville de Berne, qu'avec des cultures typhiques pures, vu l'importance que l'hygiène doit accorder à ce microorganisme.

Une bougie de porcelaine BB (1), assez connue pour que nous n'ayons pas besoin de la décrire, et dans l'ouverture de laquelle on introduit une pipette, dont la partie supé-

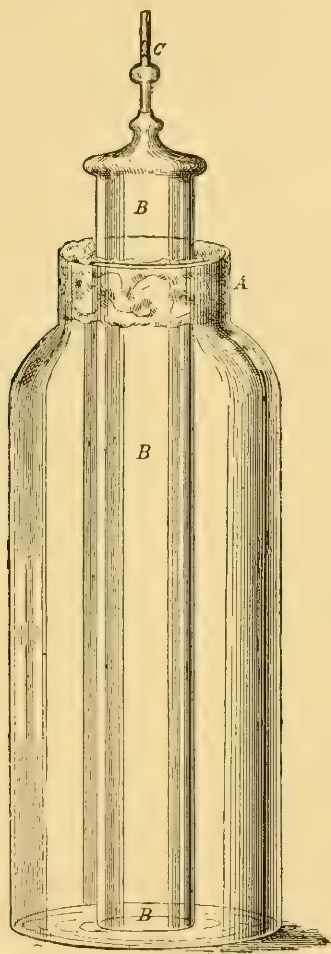


Fig. 1. — A, vase de verre à large col ; BB, bougie en porcelaine ; C, pipette avec tampon d'ouate.

rieure s'élargit en forme de boule et est munie d'une bourre de coton en C, est d'abord stérilisée à l'autoclave ou dans

(1) Il y avait autrefois deux espèces de bougies dans le commerce, la « bougie à filtration lente » et la « bougie à filtration rapide ». Depuis quelque temps, il paraîtrait qu'on n'en fabrique plus qu'une seule espèce, la « bougie B », qui tient le milieu entre les deux précédentes.

l'étuve à air sec. On produit alors en D une fermeture hermétique avec de la paraffine, et on plonge la bougie, pour des expériences sur la filtration de l'eau, dans un vase plein d'eau AA que l'on tient à une température déterminée. A divers intervalles on aspire, au moyen d'un tuyau de caoutchouc, un peu d'eau dans la partie dilatée de la pipette, et on l'ensemence dans du bouillon. Comme une infection fortuite se produirait facilement si l'on remettait la pipette dans la bougie, et si l'on se servait de celle-ci pour les expériences suivantes, il est préférable de préparer un certain nombre de bougies munies de leurs pipettes, et de les plonger en même temps dans des vases d'eau. Chaque jour on ensemence alors le contenu d'une nouvelle bougie.

Lorsqu'on veut expérimenter avec le bacille typhique, on remplace l'eau du récipient par du bouillon, on garnit le col du vase d'une bourre de ouate, et on stérilise le tout à l'autoclave. Pendant cette opération, le bouillon pénètre dans l'intérieur de la bougie, et l'on peut rechercher, au moyen de la pipette si et quand les bacilles typhiques que l'on inocule dans le bouillon contenu dans le récipient traversent les parois de la bougie.

Je passe maintenant aux résultats de mes expériences.

A. — *Expériences avec le bacille typhique.*

Le 17 juillet 1891 un des appareils décrits, contenant du bouillon, est ensemencé avec des bacilles typhiques, et tenu à la température de la chambre. Le 18 juillet on constate un abondant développement des bacilles typhiques dans le bouillon. Les 20, 22, 24, 27 et 30 juillet, ainsi que le 1er août, le bouillon de l'intérieur de la bougie aspiré dans la pipette est encore absolument limpide, fait qui semble indiquer que les bacilles n'ont pas encore traversé les parois du filtre. Le 3 août, donc après 14 jours, une pipette pleine de ce bouillon, soit environ 3 centimètres cubes, est ensemencée dans du bouillon stérile. Celui-ci reste indéfiniment limpide. Aucun bacille typhique n'avait dans cette expérience crû à travers les parois du filtre.

Dans trois autres expériences, les filtres furent tenus à 35°, et le bouillon contenu dans l'intérieur des bougies fut ensemencé de la même manière dans du bouillon stérilisé après 12, 15 et 22 jours. Dans toutes ces expériences le bouillon ainsi ensemencé resta indéfiniment limpide.

Il semble donc résulter de ces expériences que les bacilles typhiques ne sont pas à même de croître à travers les filtres Chamberland, du moins pas dans les conditions dans lesquelles étaient faites ces expériences. Comme nous le verrons toutefois, ces filtres ne constituent nullement un obstacle insurmontable pour les bactéries et l'on se demande pour quelle raison les bacilles typhiques n'ont point, dans ce cas, traversé les parois des bougies. Ce n'est pas la mobilité qui leur manque, et leurs dimensions ne sont pas non plus de nature à expliquer ce phénomène. Celui-ci pourrait, par contre, être en rapport avec un fait que j'ai établi dans un précédent travail sur l'antagonisme des bactéries (voir ces *Annales*, II, p. 1, et *Annales de l'Institut Pasteur*, I, p. 200), savoir : que les bacilles typhiques croissent très mal dans un milieu nutritif dans lequel ce microorganisme a déjà été cultivé une fois, que cela provienne d'un épuisement du terrain par la première culture, ou de la production de substances nuisibles dans le milieu de culture, point que, alors, je n'avais pas encore pu trancher. L'expérience suivante rend cette explication plausible. Un des appareils précités fut, après ensemencement du bouillon du récipient extérieur avec une culture typhique, tenu pendant 14 jours à 35°. Après ce temps le bouillon contenu dans l'intérieur de la bougie était encore tout à fait limpide, ainsi qu'on pouvait le constater en l'aspirant dans la pipette. Dans ce bouillon resté limpide j'ensemençai alors des bacilles typhiques. Ils se refusèrent à croître. Ce n'est qu'après une seconde inoculation qu'ils se développèrent, mais très faiblement encore. Il semblerait donc que des produits de cultures nuisibles traversent le filtre et pénètrent dans le bouillon contenu dans l'intérieur de la bougie, et le rendent peu propice au développement du bacille typhique; et il paraît vraisemblable que ces substances exercent une action chimiotaxique négative qui s'oppose à ce que les bacilles typhiques croissent à travers le filtre. En même temps cette expérience peut servir à fournir la preuve que c'est bien, en effet, la présence de produits nuisibles qui empêche la croissance du bacille typhique dans un bouillon ayant déjà servi à sa culture et non pas l'épuisement du milieu. Ce point n'est pas sans

importance pour la théorie de l'immunité, c'est pourquoi je me permets de le relever ici à titre de complément de mes recherches antérieures sur l'antagonisme des bactéries.

B. — *Expériences sur la filtration de l'eau*

Ces expériences furent faites en grand nombre dans le courant de l'hiver 1891-92, et à des températures diverses. En voici les résultats :

Expériences faites à une température de 35°

Expérience	1	L'eau se montra encore stérile après			2	jours.
»	2	»	»	»	4	»
»	3	»	»	»	4	»
»	4	»	»	»	5	»
»	5	»	»	»	5	»
»	6	»	»	»	6	»
»	7	L'eau contenait des bactéries après			6	»
»	8	»	»	»	6	»
»	9	»	»	»	7	»
»	10	»	»	»	8	»
»	11	»	»	»	10	»
»	12	»	»	»	11	»
»	13	»	»	»	11	»
»	14	»	»	»	14	»
»	15	»	»	»	1	mois

Expériences faites à une température de 22°

Expérience	1	L'eau était encore stérile après			7	jours.
»	2	»	»	»	8	»
»	3	»	»	»	9	»
»	4	»	»	»	10	»
»	5	L'eau contenait des bactéries		»	10	»
»	6	L'eau était encore stérile		»	10	»
»	7	L'eau contenait des bactéries		»	11	»
»	8	L'eau était encore stérile		»	11	»
»	9	L'eau contenait des bactéries		»	11	»
»	10	»	»	»	12	»
»	11	L'eau était encore stérile		»	12	»
»	12	»	»	»	12	»
»	13	»	»	»	15	»
»	14	L'eau contenait des bactéries		»	15	»
»	15	L'eau était encore stérile		»	18	»

Expériences à la température de la chambre

Dans ces expériences l'eau recueillie dans l'intérieur de la bougie se montra encore stérile après 15 et 21 jours.

Il résulte de toutes ces expériences que certaines bactéries sont, en effet, capables de croître à travers les filtres de porcelaine. Toutefois, ceci ne se produit pas aussi rapidement que l'ont prétendu quelques auteurs. La température joue ici un rôle des plus importants. A 35°, le *filtratum* est encore sûrement stérile après 5 jours. Après 6 jours l'eau était restée stérile dans une expérience ; dans deux autres, les bactéries y avaient pénétré. Après 7 jours et plus l'eau du filtre était constamment envahie par les microorganismes.

A 22°, la croissance des bactéries à travers le filtre s'effectue plus lentement. Après 9 jours on ne rencontre pas encore de bactéries dans l'eau du filtre ; à partir du 10e jour, cette eau n'est pas toujours vierge de germes. Dans plusieurs cas elle était, il est vrai, encore stérile après 11, 12, 15 et même 18 jours, mais dans d'autres cas, tout aussi nombreux, elle était à ce moment déjà contaminée par des bactéries. Cette variabilité des résultats provient probablement de différences dans la qualité des bougies employées, ou bien aussi de la nature des espèces bactériennes que contenait l'eau aux différentes époques de l'hiver 1891-92 pendant lequel ces expériences furent exécutées.

A une température plus basse, le *filtratum* paraît se contaminer encore plus lentement, car il se montra toujours privé de germes, à la température de la chambre, après 15 et 21 jours.

Je fis aussi quelques expériences avec l'appareil à filtrer Chamberland en usage dans ma cuisine depuis plusieurs années. La bougie est, dans ce cas, fixée dans une enveloppe métallique que l'on visse à la conduite d'eau. L'eau de cette dernière pénètre, quand on ouvre le robinet, entre l'enveloppe métallique et la bougie, traverse les parois de cette dernière, et coule par le téton de la bougie. On réunit souvent ce dernier à un récipient muni d'un robinet par lequel on fait couler l'eau toutes les fois qu'on en a besoin.

Ce procédé ne me semble toutefois pas pratique ; les bactéries peuvent à la longue pénétrer le long du robinet, dans l'intérieur du récipient, et en outre l'eau devient facilement trop chaude quand la température ambiante s'élève. Je préfère laisser couler l'eau directement du téton de la bougie dans une carafe au moment de s'en servir, les quelques microbes qui peuvent y tomber de l'air étant sans importance aucune. On pourrait objecter que les microbes peuvent pénétrer par le téton dans l'intérieur de la bougie et s'y développer. Je ne crois cependant pas que ceci soit à craindre, car les résultats des expériences faites dans ces conditions s'accordèrent parfaitement avec ceux des précédentes expériences.

Je procédai à ces expériences de deux manières. Dans une série d'expériences, le filtre n'était mis en activité qu'au moment de recueillir l'eau, le robinet restant fermé le reste du temps. L'eau était directement recueillie, à la dose de plusieurs gouttes, dans des ballons de bouillon, après 8, 15 et 21 jours. Dans une autre série d'expériences le filtre resta en activité d'une façon continue, et chaque matin on ensemençait quelques gouttes d'eau dans du bouillon.

La première série donna, comme résultat de très nombreuses expériences, une eau constamment privée de germes après 8 jours. Après 14 jours l'eau se montra contaminée dans une moitié des expériences, et pure dans une seconde moitié. Après 3 semaines on trouva toujours des bactéries dans le filtratum.

Avec la filtration continue je fis trois expériences. Dans une première expérience, commencée le 21 avril 1892, l'eau filtrée resta privée de germes jusqu'au 30 avril. L'eau recueillie le 1er mai et les jours suivants, au contraire, féconda le bouillon. La bougie filtrante avait donc, dans ce cas, fourni de l'eau stérile pendant 10 jours.

Dans une seconde expérience commencée le 8 mai, l'eau contenait des bactéries déjà le 13 mai. Toutefois, comme dans aucune expérience, même à 35°, les bactéries n'avaient traversé aussi vite les parois du filtre, il y aura probablement eu, dans ce cas, infection de l'appareil à filtrer que rien ne protégeait, ainsi qu'il a été dit, du dehors.

Dans une troisième expérience, l'eau resta privée de germes du 23 mai 1892 au 16 juin 1892, soit pendant 24 jours.

Comme on le voit, l'eau était restée très longtemps privée de germes dans la troisième expérience. Il me paraît problable que ceci doit être attribué au fait que la bougie était neuve, et donnait encore une notable quantité d'eau. Avec le temps, on le sait, le débit des filtres diminue. Pendant toute la durée de l'expérience, il coulait un mince filet d'eau, tandis que dans les autres expériences, quand j'employais des bougies ayant déjà servi, l'eau ne s'écoulait que goutte à goutte, bien qu'assez vite. Or il est évident que, quand la filtration est lente, l'eau qui se trouve entre la bougie et l'enveloppe de métal prend facilement la température ambiante, dans ce cas celle d'une cuisine assez chaude, et que les bactéries se trouvent dans des conditions qui favorisent leur croissance à travers le filtre. Quand l'eau coule plus vite, au contraire, la température de l'eau filtrée se rapproche de celle de l'eau de la conduite d'eau qui, à Berne, est en été d'environ 13°. La croissance des bactéries à travers le filtre se trouve donc entravée. Cette hypothèse trouve un appui dans le fait que, dans la troisième expérience, les bactéries ne firent leur apparition dans l'eau filtrée que quand le débit eut commencé à se ralentir notablement. Il résulte de ces expériences que, dans le cas de filtration continue, on obtient de l'eau pure de germes pendant plusieurs jours, au moins 8 à 9, et même beaucoup plus quand la bougie est neuve. On peut, en effet, pour le motif indiqué plus haut, faire abstraction du résultat de la seconde expérience.

En ce qui concerne spécialement le bacille typhique, les résultats des expériences faites avec des cultures typhiques n'autorisent, il est vrai, pas la conclusion qu'ils ne seraient pas à même, s'ils avaient une fois pénétré dans la conduite d'eau, de croître à travers les parois des filtres, vu que le résultat négatif des expériences faites avec des cultures pures était probablement l'effet d'une action chimiotaxique négative, qui ne se présenterait pas dans un appareil à filtrer adapté à une conduite d'eau. Cependant, il n'y a pas lieu non plus d'admettre que leur passage se ferait plus

rapidement que celui d'autres bactéries. Il sera, au contraire, entravé par le fait que le bacille typhique, ainsi qu'il résulte des expériences de MM. Hueppe et Karlinski, diminue rapidement de nombre quand il est exposé à la concurrence d'autres microbes.

De ce qui précède, on peut conclure que l'appareil à filtrer Chamberland-Pasteur fournit de l'eau privée de germes au moins pendant 8 jours dans nos climats tempérés, et qu'il peut être employé dans les ménages, hôpitaux et laboratoires, à la condition que la bougie filtrante soit stérilisée au moins tous les huit jours, et que la température de l'eau à filtrer ne dépasse pas certaines limites. La stérilisation est chose facile dans les laboratoires et dans les hôpitaux. Chez des particuliers, par contre, la négligence aidant, cette mesure risque d'être peu observée, et, en cas d'épidémie surtout, les filtres de porcelaine pourraient constituer un oreiller de sécurité fort trompeur. C'est un point qu'il sera bon de ne pas perdre de vue.

LA MICROPHOTOGRAPHIE
ET LES AGRANDISSEMENTS POSITIFS DIRECTS

Par FABRE-DOMERGUE [1]

II. — Agrandissement des petits négatifs

Les clichés au gélatino-bromure d'argent supportent, sans inconvénient notable, un agrandissement de 3 ou 4 diamètres, limite au-delà de laquelle le grain qui forme l'image, sans devenir réellement visible, communique à l'épreuve un aspect flou peu agréable à l'œil et enlève aux détails leur précision. L'agrandissement de 3 diamètres qui, avec les petits clichés de $0^{m},025$, produit des épreuves de $0^{m},075$ de diamètre, correspond au format le plus communément adopté pour les figures d'ensemble destinées à être intercalées dans le texte ou à entrer dans la composition des planches.

Nous ne saurions trop répéter d'ailleurs que les microphotographies obtenues par ce procédé ne peuvent pas plus que les autres, sauf certains cas spéciaux, fournir des images propres à être directement publiées. Elles constituent par contre une source précieuse de documents commodes à consulter, faciles à transformer en dessins d'une rigoureuse exactitude, si on les complète par l'étude directe des préparations microscopiques dont elles émanent.

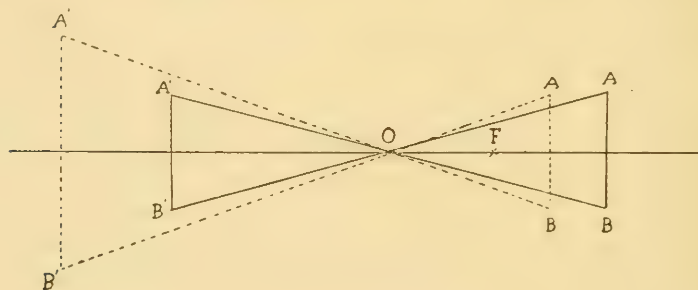
Pour agrandir un cliché l'on peut employer divers procédés aussi bien que les appareils les plus divers. Si l'on a toujours le choix du procédé on n'a pas toujours celui de l'appareil et, pour éviter les frais d'installation, on tâche d'approprier au but celui que l'on peut le plus aisément se procurer ou que l'on possédait déjà antérieurement.

---

(1) Voir la première partie, p. 288.

Le choix du procédé est commandé par le but que l'on se propose d'atteindre au moyen de la microphotographie. Veut-on simplement obtenir une ou deux épreuves agrandies de ses petits clichés, l'on se servira de papier au gélatino-bromure d'argent. Désire-t-on, au contraire, tirer du petit cliché un grand négatif destiné à l'impression de nombreuses épreuves, l'on pourra soit imprimer par contact un petit positif sur glace au gélatino-bromure et agrandir au format voulu ce petit positif sur une grande glace sensible. soit au contraire, ce qui me semble préférable, tirer du petit négatif un grand cliché positif dont on obtient ensuite par contact un négatif de même dimension. Nous examinerons plus loin ces diverses manières d'opérer.

Appareil d'agrandissement. — Le principe de tout appareil d'agrandissement est représenté par la figure ci-dessous dans laquelle AB représente la surface à agran-



dir, O l'objectif, et A'B' la surface sensible destinée à recevoir l'image agrandie de AB. Si AB se trouve à une distance double du foyer principal de l'objectif, l'image A'B' se trouvera en arrière de celui-ci à une distance égale à celle qui sépare AB de O. Il n'y aura pas agrandissement, mais simplement reproduction parfaitement symétrique de AB. Plus on rapprochera AB de O, plus l'on verra l'image A'B' se former à une plus grande distance de O et acquérir de plus grandes dimensions.

Il résulte de ce court exposé que le choix de l'objectif photographique destiné à l'agrandissement n'est pas indifférent, et que la question du foyer de cet objectif est surtout importante. Si, pour obtenir d'un cliché une image

nette de même grandeur, nous devons donner à notre chambre noire un tirage égal au double du foyer principal de l'objectif employé, ce tirage devra être x fois plus grand pour un grossissement de 3 diamètres; or les aplanétiques 15 × 18, les plus couramment employés aujourd'hui par les photographes amateurs possèdent de 20 à 30 centimètres de foyer, ce qui nous interdit complètement de les employer dans la construction de notre appareil dont ils augmenteraient considérablement la longueur. Le mieux est donc de se servir soit d'un très petit aplanétique de 8 centimètres de foyer environ, soit d'un rectilinéaire grand angulaire, soit enfin d'un objectif simple à court foyer.

Par conséquent, en réalité, AB étant le petit cliché, O un objectif photographique à court foyer et A'B' le verre dépoli sur lequel vient se projeter l'image agrandie nous devons nous demander comment relier le plus commodément possible ces trois éléments. L'on peut y arriver de plusieurs façons.

Si l'on possède une de ces chambres à trois corps dites chambres universelles rien n'est plus aisé. Le corps du milieu reçoit l'objectif, celui de l'avant reçoit le cliché à agrandir convenablement placé dans un intermédiaire, et enfin le corps d'arrière porte le verre dépoli et les châssis. Il suffit, dès lors, d'orienter convenablement la chambre noire tout entière soit vers le ciel, soit vers un linge blanc éclairé par le soleil, soit enfin vers une source lumineuse quelconque. Quelques repères marqués à l'avance sur la base de la chambre permettent une mise au point rapide et évitent les tâtonnements. Ils offrent de plus l'avantage d'éviter la mise au point pour chaque cliché si l'on agrandit toujours dans les mêmes proportions, car il est évident qu'en remettant rigoureusement les trois corps de l'appareil à la même distance les uns des autres la mise au point, une fois réalisée dans ces conditions, s'effectuera automatiquement.

Il n'est cependant pas absolument nécessaire d'acquérir une chambre universelle pour agrandir de petits clichés. La première chambre noire venue dite de voyage à long tirage s'adaptera à cet usage moins facilement, il est vrai, mais d'une façon suffisante. Il suffira pour cela d'installer

à l'avant de la chambre un dispositif quelconque destiné à recevoir le cliché et à le maintenir dans l'axe optique du système. Un cône en carton, adapté à la planchette porte-objectif et terminé antérieurement par un tube à tirage au bout duquel se logera le petit cliché, remplacera parfaitement le corps antérieur de la chambre universelle. Il va de soi que la longueur du cône devra être égale au double de celle du foyer de l'objectif et que le tirage du tube porte-cliché devra permettre un rapprochement suffisant pour la mise au point. Il existe dans le commerce de petits appareils d'agrandissement destinés à la reproduction des instantanés 4×4, 8×8, etc., si fort en vogue aujourd'hui, qui s'appliquent à la première chambre noire venue et conviendraient très bien à nos besoins.

Plus simplement enfin, celui qui ne veut tirer de ces clichés que des épreuves toujours uniformément agrandies — et c'est généralement à quoi l'on en arrive — pourra se construire ou se faire construire un appareil à foyer constant, d'après le principe du châssis amplificateur de M. Carpentier. Le châssis amplificateur consiste en une boîte en bois, étanche à la lumière, dont le fond est susceptible de recevoir une feuille de papier sensible au gélatino-bromure. Le haut de la boîte, c'est-à-dire le côté opposé au fond, porte un tube à tirage dans le bas duquel est insérée une lentille fixe faisant fonction d'objectif. Au sommet de ce tube un cadre de dimension appropriée reçoit le cliché à agrandir. L'on comprend facilement que, l'appareil une fois réglé, il ne reste plus, pour en faire usage, qu'à le munir d'une feuille sensible, d'un cliché, et à l'exposer à la lumière du ciel. Le temps de pose se détermine naturellement par tâtonnement, mais l'habitude apprend vite dans quelles limites il convient de prolonger la durée de l'exposition.

La mise au point de l'image s'effectue pour tous les appareils d'agrandissement — sauf pour les appareils automatiques — exactement de la même façon que dans les appareils ordinaires. Le cliché étant bien éclairé, on avance ou on recule plus ou moins le verre dépoli jusqu'à netteté parfaite de l'image. L'application d'une mince lamelle de verre collée avec du baume de Canada au centre du verre

dépoli, ainsi que nous l'avons dit plus haut, en décrivant la petite chambre microphotographique, facilite beaucoup la mise au point, surtout lorsque la lumière fait défaut, soit par suite de l'opacité du cliché, soit pour toute autre cause.

L'éclairage le plus favorable aux agrandissements de faible dimension, comme ceux que nous proposons de réaliser, est celui que l'on obtient en dirigeant l'axe optique de l'appareil vers le ciel.

Il faut seulement prendre bien garde, si l'on opère devant une fenêtre, que les barreaux de celles-ci ne se trouvent pas en face de l'objectif, ce qui produit souvent des zones sombres sur les épreuves. L'on peut aussi éclairer le négatif au moyen d'une lampe à gaz ou à pétrole, mais il est indispensable dans ce cas de tamiser la lumière à travers un verre dépoli disposé à quelques centimètres du cliché.

Surfaces sensibles. — Le papier au gélatino-bromure, dont on trouve maintenant dans le commerce de nombreuses et excellentes marques, s'expose et se développe comme une plaque sensible. Sa sensibilité varie naturellement suivant son origine et son mode de fabrication ; elle se détermine facilement au moyen de quelques essais. Le développement de l'image s'effectue soit à l'oxalate de fer, soit à l'hydroquinone, à l'iconogène ou au cristallos, etc. Nous donnons la préférence à ce dernier qui se prête assez bien à une certaine élasticité du temps de pose. Les solutions concentrées que l'on trouve dans le commerce seront additionnées d'au moins huit dixièmes d'eau et l'on renforcera les solutions suivant le besoin avec la solution mère pendant le développement.

La meilleure manière de disposer le papier dans le châssis négatif pour l'exposition consiste à l'emprisonner entre deux glaces bien planes qui en assurent la planimétrie, mais il ne faut pas oublier dans ce cas que la surface sensible ne correspond plus au plan du verre dépoli et qu'elle en est reculée de toute l'épaisseur du verre antérieur. On remédie à cet inconvénient soit en reculant l'arrière de la chambre d'une épaisseur égale à celle du verre, soit encore en mettant au point, non plus sur le verre dépoli, mais sur un second verre placé sur celui-ci contre la petite fenêtre transparente ménagée par la lamelle collée avec du baume.

Le lecteur familiarisé avec les manipulations ordinaires de la photographie n'éprouvera aucune difficulté à compléter ces indications forcément très brèves. Celui qui, au contraire, n'aura jamais fait un cliché s'évitera de pénibles tâtonnements en se faisant aider d'un opérateur expérimenté.

III. — Agrandissement direct des préparations microscopiques par l'objectif photographique

Dans un très grand nombre de cas l'on éprouve le besoin d'obtenir une vue d'ensemble d'une large préparation à un très faible grossissement. Les coupes totales d'embryons ou de parties d'embryons, de moelle, de cerveau, etc., en anatomie microscopique, les coupes de tiges ou d'autres organes, en anatomie végétale, offrent souvent plusieurs centimètres de diamètre et doivent, pour acquérir une netteté suffisante, être grossies de une à cinq fois. Point n'est besoin pour cela de les soumettre au pouvoir grossissant du microscope ; l'objectif photographique remplace très bien ce dernier et donne même, par sa grande profondeur de foyer, des images beaucoup plus nettes. La préparation est disposée dans l'appareil d'agrandissement aux lieu et place du cliché à agrandir ; pour cela on a soin de la fixer par deux bandes de papier gommé sur un morceau de carton percé d'une ouverture appropriée. L'image, mise d'abord au point sur le verre dépoli, est reçue ensuite sur une glace sensible et l'on obtient du premier coup un négatif à la dimension que l'on désire, dont on tire comme d'ordinaire des épreuves par contact.

Les préparations qui se prêtent le mieux à ce genre de reproduction sont celles qui sont un peu épaisses et assez fortement colorées. J'obtiens les meilleurs résultats avec celles qui ont été traitées par l'hématoxyline jusqu'à surcoloration, décoloration par l'alcool chlorhydrique, lavages dans l'alcool à 9 degrés, montage dans le baume. Ce procédé donne aux tissus respectés par la matière colorante une légère teinte jaunâtre qui convient bien à l'impression photographique.

Les préparations trop minces ou trop faiblement colorées seront éclairées par la lumière jaune au moyen d'un verre de cette couleur interposé entre elles et la source lumineuse.

Pour les coupes d'une surface moindre qu'un centimètre carré et destinées à être grossies plus de cinq fois, il vaut mieux avoir recours à un objectif microscopique à long foyer et à grand champ tel qu'en construit Nachet.

Ce mode de reproduction est réellement commode et fort expéditif. Pour la confection d'un dessin destiné à être imprimé dans le texte, par exemple, rien n'est plus simple que de tirer du cliché obtenu une épreuve faible sur papier au ferro-prussiate, de dessiner à la plume sur cette épreuve avec de l'encre de chine et d'envoyer le tout au graveur. Le bleu de l'épreuve ne venant pas en photographie, le dessin à la plume seul sera reproduit sur le zinc.

Tels sont les quelques services que peut rendre la photographie au micrographe ou que, du moins, l'auteur de cet article demande à la photographie Pour si modestes qu'ils soient, leur utilité n'en est pas moins appréciable et c'est pour cette raison que j'ai cru bon, non de les faire connaître comme une nouveauté, mais d'en signaler une fois de plus l'emploi.

REVUES ET ANALYSES (1)

Ch. Haccius. — **Variolo-vaccine** (Paris, G. Massson, éditeur, 1892).

On sait quelles discussions a soulevées la question de l'identité de la variole et de la vaccine. Tandis qu'en 1839 déjà d'anciens expérimentateurs, comme Reiter, Thièle et Ceely affirmaient, en se basant sur le résultat positif de leurs expériences, dans lesquelles ils inoculaient des virus varioliques à des vaches et à des veaux et obtenaient des pustules vaccinales, l'identité des deux virus, la Commission lyonnaise, qui répéta ces expériences en 1865, arriva à des résultats constamment négatifs. Plus tard, Sentlt à Wiesbaden, Voigt à Hambourg (1881), Fischer à Carlsruhe (1886 et 1890), Eternod et Haccius à Lancy (1890 et 1891), et Heine, à Bradfort (1892) obtinrent de nouveau des résultats positifs. Les expériences des savants génevois de Lancy furent l'objet d'une communication préliminaire dans la *Semaine médicale* (31 déc. 1890); mais leur valeur fut contestée par M. Chauveau, qui avait précédemment dirigé les travaux de la Commission lyonnaise qui, nous l'avons dit, était arrivée à un résultat contraire. Dans la publication dont nous donnons ci-dessus le titre, M. Haccius résume d'une façon détaillée l'ensemble de ses nombreuses expériences, en accompagnant son travail de photographies reproduites en phototypie. Il nous paraît, après une lecture attentive du livre de M. Haccius, que le doute n'est plus permis, et que la variole humaine, inoculée à la vache, s'y transforme bien en vaccine ou cow-pox. M. Haccius a répété l'expérience plusieurs fois avec des virus varioliques, d'origines diverses, et le résultat a été le même, savoir la production d'une vraie pustule vaccinale. Il va sans dire que l'expérimentateur génevois s'est placé, pour réfuter de précédentes objections de M. Chauveau, dans des conditions excluant toute possibilité d'une infection fortuite de virus vaccinal. Il a, de plus, prouvé la nature vaccinale de ces pustules, en les inoculant, après les avoir cultivées de veau en veau pendant six générations, à l'homme, et en montrant qu'elles donnaient à celui-ci, non la variole, mais bien la pustule vaccinale avec tous ses attributs (état réfractaire à une inoculation

(1) Les travaux qui rentrent dans le cadre des *Annales de micrographie* seront analysés au fur et à mesure de leur réception au bureau du journal.

de vaccine). Ajoutons que MM. Haccius et Eternod s'étaient d'abord inoculés eux-mêmes cette variolo-vaccine et qu'ils n'avaient expérimenté son action sur d'autres sujets qu'après s'être ainsi convaincus de la nature vaccinale de ce virus. Comment expliquer alors les résultats négatifs de M. Chauveau qui n'obtint que des papules et jamais de vraies pustules vaccinales chez les vaches inoculées avec du virus varioleux et qui vit, chez l'homme, se développer la variole à la suite de l'inoculation du contenu des papules apparues sur la vache inoculée ? M. Haccius nous montre que la première des différences dans les résultats obtenus tient au mode opératoire. M. Chauveau inoculait le virus varioleux par piqûres ; or celles-ci prennent, ainsi que l'a constaté M. Haccius, rarement chez la vache ; il faut leur inoculer le virus varioleux par scarification ou sur une place dénudée par le frottement d'un morceau de papier de verre. En opérant ainsi, M. Haccius obtint les résultats positifs dont nous avons parlé et dont font foi les photographies annexées à son mémoire. Quant à l'apparition de la variole chez les sujets inoculés par M. Chauveau avec le produit des papules, M. Haccius l'attribue à la trop faible atténuation du virus. Lui ne s'est servi que de la sixième et septième génération, et jamais la variole n'a suivi l'inoculation ; celle-ci donnait au contraire de superbes pustules vaccinales. M. Chauveau, en critiquant les expériences de M. Haccius, s'appuie encore sur le fait qu'ayant reçu de celui-ci un tube de sa variole-vaccine (septième génération) il aurait, en l'inoculant à deux vaches, obtenu les mêmes papules varioliques que dans ses premières expériences ; chez l'une de ces vaches, des papules auraient, il est vrai, pris plus tard l'aspect d'une vraie pustule vaccinale ; mais ce fait devrait toutefois être attribué, d'après M. Chauveau, à une contamination fortuite de la plaie par l'emploi, par le vacher chargé du soin des animaux, d'une même brosse pour les deux vaches inoculées avec la lymphe de M. Haccius, et pour une autre vache inoculée, à titre de témoin, avec du horse-pox spontané. A cela, M. Haccius répond que la lymphe en question avait peut-être subi, pour une cause inconnue, une atténuation quelconque, et que le résultat négatif de M. Chauveau ne saurait infirmer les nombreuses expériences positives faites à Lancy. D'ailleurs, l'apparition de la pustule vaccinale chez la seconde vache de M. Chauveau constituerait aussi un résultat positif, et la supposition de M. Chauveau qu'il s'agirait là d'une contamination accidentelle ne lui paraîtrait guère probable, car jamais M. Haccius n'aurait vu, dans sa longue pratique, se produire de ces contaminations accidentelles, même lorsqu'il avait tout fait pour les favoriser.

Pour la pratique, les faits établis par M. Haccius ont une grande importance. Dans tous les Instituts vaccinaux, on voit souvent, quelques soins que l'on prenne, le vaccin animal dégénérer et ne

plus produire de pustules vaccinales, ce qui amène des perturbations dans le service vaccinal. Les cas de variole humaine étant bien plus fréquents que le cow-pox ou le horse-pox spontanés, on pourra donc, dans ces cas, se servir de la variole pour créer, en quelques générations, de nouvelles souches d'un vaccin très actif, et les Instituts vaccinaux ne courront plus le risque de voir des interruptions fâcheuses se produire dans leurs services.

E. F.

Ed. Ritsert. — **Recherches bactériologiques sur la viscosité des infusions.** (*Berichte der pharmazeutischen Gesellschaft*, 1891, I, p. 389.)

Les préparations pharmaceutiques deviennent quelquefois l'objet d'altérations se traduisant par une viscosité prononcée. On connaît des altérations pareilles pour la bière, le vin, le lait, etc., et différents microbes, causes de ces phénomènes, ont été isolés. Lui-même (III, p. 13) M. Héry a décrit un bacille ayant la propriété de rendre l'encre filante.

Dans son travail, M. Ritsert a recherché la cause de la viscosité des infusions de digitale. Les feuilles servant aux préparations semblaient hors de cause dans ce cas ; car des feuilles ayant, l'année précédente, fourni des infusions filantes, donnèrent, l'année suivante, des infusions ne présentant pas cette altération. L'infection paraît avoir été causée par l'air ou par l'eau employée dans la préparation des infusions. Par la méthode des plaques de gélatine l'auteur put facilement isoler d'une infusion visqueuse un microorganisme particulier, qui, inoculé à l'état de culture pure dans des infusions de digitale, les rendit filantes. Selon les milieux sur lesquels on le cultive, ce microorganisme revêt des formes diverses, coccus, diplococcus, streptococcus et filaments. M. Ritsert propose de l'appeler *Bacterium gummosum*. Sur gélose il croît sous forme d'un enduit blanchâtre, visible déjà après 24 heures. Après quelques jours, on distingue deux zones : celle de l'intérieur, un peu élevée, plissée, blanche et sèche, et une zone extérieure, lisse, brillante et peu bleuâtre. Les bords sont dentelés.

Observé dans la goutte pendante après 24 heures, le bactérium se voit sous l'aspect de bâtonnets, trois fois plus longs que larges, et généralement par deux ou trois individus. Au début, ils sont immobiles ; plus tard on constate un mouvement propre, distinct, quoique faible, mais qui cessa dans la suite probablement quand l'oxygène de la chambre humide fut consommé.

Sur gélose, à la température de 20-25°, ces bâtonnets produisent des spores endogènes de forme ovale. Celles-ci se colorent d'après le procédé de Gram, mais pas les bâtonnets. Inoculés sur

pommes de terre, ces bâtonnets donnent en 1 et 2 jours un enduit grisâtre, dans lequel ils prennent la forme du diplococcus. On obtient la forme du streptococcus en transposant les bâtonnets crus sur gélose dans des solutions de sucre de canne (suc de raves) additionné de 1 0/0 d'acétate de potasse. La gélatine alcaline est fluidifiée. Quand elle est acide, la fluidification est empêchée ou retardée. La présence du sucre de canne paraît nécessaire pour que les bacilles de culture deviennent filants. Les solutions de sucre de lait et de raisin, au contraire, ne deviennent pas filantes. Pour déterminer la part que prend le sucre à la production de la viscosité, l'auteur additionna des infusions de digitale avec des quantités diverses de sucre, et les infecta avec des cultures du bacille. Après 6 jours la matière visqueuse était précipitée par l'alcool, lavée et pesée.

Avec	2,5 0/0	de sucre de canne	on obtient :	1,2 gr.	de gummose
—	10,0 0/0	—	—	4,1 gr.	—
—	20,0 0/0	—	—	5,5 gr.	—
—	30,0 0/0	—	—	6,5 gr.	—
—	40,0 0/0	—	—	2,4 gr.	—
—	60,0 0/0	—	—	0,092 gr.	—

Une teneur de 10 0/0 en sucre paraît donc le plus favorable à cette fermentation visqueuse, puisqu'on obtient près de la moitié de son poids en matière visqueuse. Il se forme, en outre de cette matière visqueuse, que l'auteur appelle gummose en raison de sa ressemblance avec la gomme, un acide et un corps qui réduit la liqueur de Fehling et exerce un pouvoir rotatoire droit, tandis que la gomme ne fait pas tourner le plan de la lumière polarisée.

E. F.

OBSERVATOIRE MUNICIPAL DE MONTSOURIS

BULLETIN MENSUEL D'ANALYSE MICROGRAPHIQUE

Analyse de l'air de Paris (Hôtel de ville), *Juillet* 1892

DÉSIGNATION des SEMAINES	MICROPHYTES par m. c.		DONNÉES METEOROLOGIQUES				MALADIES	
	BACTÉRIES	MOISISSURES	TEMPÉRAT. moyenne	PLUIE — Hauteur en millimètr.	VENT Direction moyenne	VENT Vitesse moyenne	ZYMOTIQUES [1]	SAISONNIÈRES [2]
N° 27 du 3 Juillet au 9 Juillet 1892 .	13.830	670	20°,5	2mm,6	S.W	14km,9	256	146
N° 28 » 10 » » 16 » » .	8.000	1.250	17 ,7	7 ,6	Var.	11 ,6	238	92
N° 29 » 17 » » 23 » » .	2.840	500	15 ,3	29 ,8	N.W	14 ,9	201	81
N° 30 » 24 » » 30 » » .	7.500	1.150	20 ,9	17 ,6	NE	13 ,5	215	89
» » » » » .	»	»	»	»	»	»	»	»
MOYENNES ET TOTAUX	8.040	890	18°,5	57mm,6	N	13km,7	910	378
ANNÉE MOYENNE	»	»	»	»	»	»	»	»

OBSERVATIONS. — [1] Sous la rubrique *maladies zymotiques* sont comprises : les fièvres éruptives, la fièvre typhoïde et l'atrepsie (choléra infantile). — [2] Au nombre des *maladies saisonnières* ne sont comptées que les affections aiguës des poumons (Bronchite aiguë, Broncho-pneumonie et pneumonie).

Analyse de l'air des égouts (*Moyenne générale*)

Juillet 1892. Bactéries = 4.000 Moisissures = 500 Température = 17°,9

Analyse de l'air au Parc de Montsouris

Juillet 1892. Bactéries = 450 Moisissures = 275 Température = 18°,5

Analyses des eaux de Paris et d'autres provenances, *Juillet* 1892

DÉSIGNATION DES EAUX	MOYENNES MENSUELLES DES BACTÉRIES PAR C.M.C.		TEMPÉRAT.	OBSERVATIONS
	Juillet 1892	Année moyenne		
1° Eaux de Source				
Eau de la Vanne à Montrouge.	470	1.240	»	Canalis. = 1.000 bactéries
» de la Dhuis à Ménilmontant.	325	2.900	»	Canalis. = 2.000 »
» d'Epernay	865	»	»	»
2° Eaux de Rivières				
Eau de la Marne à Saint-Maur.	24.000	58.550	20°,6	»
» de la Seine à Ivry	27.000	56.185	20°,8	»
» de la Seine au pont d'Austerlitz . . .	42.000	73.500	»	Hauteur = 0m,90
» de la Seine au pont de l'Alma	367.000	166.625	»	»
» d'autres provenances	»	»	»	»
3° Eaux de Canal				
Eau de l'Ourcq à la Villette	108.000	76.545	»	»
» d'autres provenances.	»	»	»	»
4° Eaux de Puits				
Puits Princesse à Paris	11.000	»	»	»
» d'Achère.	51.000	»	»	»
5° Eaux de Drainage				
Drain de Saint-Maur	1.700	2.375	»	»
» d'Epinay.	»	19.085	»	»
6° Eaux d'égout				
Eaux des collecteurs de Paris	38.000	16.270	»	»
7° Eaux de vidanges				
Eau du dépotoir de l'Est	»	»	»	»
» » traitée à Bondy.	260.000	55.020	»	»

PUBLICATIONS RÉCENTES

J.-M. Finkelstein. — Die Methode von Strauss zum schnellen Diagnostiziren des Rotzes. La méthode de Strauss pour le diagnostic rapide de la morve. (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 433.)

Dr Claudio Fermi. — Weitere Untersuchungen über die tryptischen Enzyme der Mikroorganismen. Nouvelles recherches sur les enzymes tryptiques des microorganismes. (*Archiv für Hygiene*, XIV, p. 1.)

Dr H. Hammer. — Ueber die desinficirende Wirkung der Kresole und die Herstellung neutraler wässeriger Kresollösungen. Sur l'action désinfectante des crésols et la préparation de dissolutions aqueuses neutres de crésols. (*Archiv für Hygiene*, XIV, p. 116.)

Dr P. Ehrlich. — Ueber Immunität durch Vererbung u. Säugung. De l'immunité produite par l'hérédité et l'allaitement. (*Zeitschrift für Hygiene u. Infection skrankheiten*, XII, p. 183.)

Prof. W. Podwyssozki et Dr J. Sawtschenko. — Ueber Parasitismus bei Carcinomen nebst Beschreibung einiger in den Carcinomgeschwülsten schmarotzenden Sporozoen. Sur le parasitisme dans le carcinome et description de quelques sporozoaires vivant dans les tumeurs carcinomateuses. (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 493 et 532, 559.)

Dr E. v. Esmarch. — Ueber Wasserfiltration durch Steinfilter. De la filtration de l'eau par les filtres de pierre. (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 525.)

H.-L. Russell. — Impfungsversuche mit Giards pathogenem Leuchtbacillus. Tentatives d'inoculation avec le bacille phosphorescent pathogène de Giard. (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 557.)

G. Schlüter. — Das Wachsthum der Bakterien auf saurem Nährboden. La croissance des bactéries sur milieux acides. (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 589.)

Prof. E. Klein. — Ein weiterer Beitrag zur Immunitätsfrage. Nouvelle contribution à la question de l'immunité. (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 598.)

Dr Alessandro Serafini. — Contributo allo studio sperimentale dell' autodepurazione dell' acqua, specialmente dei fiumi. Contribution à l'étude expérimentale de l'autodépuration de l'eau et spécialement des fleuves. (*Annali dell' Istituto d'igiene sperimentale della R. Universita di Roma*, vol. I, p. 277.)

Prof. GIUSEPPE SORMANI. — Teoria fecale del tetano. Théorie fécale du tétanos. (*Annali dell' Istituto d'igiene sperimentale della R. Universita di Roma*, vol. I, p. 355.)

Dr S. v. DZIERZGOWSKI et Dr L. v. REKOWSKI. — Ein Apparat, um Flüssigkeiten bei niederer Temperatur keimfrei abzudampfen. Un appareil pour évaporer les liquides à basse température et à l'abri des germes. (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 685.)

A. TRAMBUSTI et G. GALEOTTI. — Neuer Beitrag zum Studium der inneren Structur der Bakterien. Nouvelle contribution à l'étude de la structure interne des bactéries. (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 717.)

Dr M. KIRCHNER. — Zur Lehre von der Identität des Streptococcus pyogenes und Streptococcus erysipelatis. Sur l'identité du Streptococcus pyogène et du Streptococcus de l'érysipèle. (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 749.)

Dr Wm. VISSMAN. — Wirkung todter Tuberkelbacillen und des Tuberculins auf den terierischen Organismus. De l'action des bacilles de la tuberculose morts et de la tuberculine sur l'organisme animal. (*Virchow's Archiv*, vol. CXXIX, p. 163.)

GHILLINI C. — Studii batteriologici sopra alume forme del processo inflammatorio del fegato. Etudes bactériologiques sur quelques formes de processus inflammatoires du foie. (*Giornale internazionale delle scienze medicere*, XIX, p. 401.)

KARL MEUGE. — Ueher einen Micrococcus mit Eijenhewegung, *Micrococcus citreus agilis*. Sur un micrococcus doué d'un mouvement propre, (*Centralblatt für Bakteriologie*, XII, p. 49.)

STERNBERG, GEORG M. — Micrococcus pneumoniæ eruposæ. (*Centralblatt für Bakteriologie*, XII, p. 53.)

BARBÈS, B. ET V. — Ueber ein Verfahren Keimfreies Wasser zu gewinnen. Moyen d'obtenir de l'eau privée de germes. (*Centralblatt für Bakteriologie*, XII, p. 132.)

SZEKALG et SZANA. — Experimentelle Untersuchungen uber die Kränderungen der sog. Microbiciden Kraft des Blutes Während und nachder Infection des Organismus. Recherches expérimentales sur les modifications de l'action dite microbicide du sang pendant et après l'infection de l'organisme. (*Centralblatt für Bakteriologie*, XII, p. 61 et 139.)

Prof. Dr FOA. — Ueber die Krebsparasiten. Sur les parasites du cancer. (*Centralblatt für Bakteriologie*, XII, p. 186.)

BEHRING. — Untersuchungsergebnisse betr. den. *Streptococus longus*. Résultats de recherches sur le *Streptococcus longus*. (*Centralblatt für Bakteriologie*, XII, p. 192.)

D'Espine et de Marignac. — Note sur une espèce particulière de streptocoque retiré du sang d'un homme atteint de scarlatine. (*Archives de médecine expérimentale*, 1892, n° 4.)

Dr Giulio Mauhesi. — Sulla diffusione del bacillo del tetano nel suolo. De la diffusion du bacille tétanique dans le sol. (*Annali dell' Istituto d'igiene sperimentale della R. Universita di Roma,* II, p. 47.)

A. Celli e S. Marino-Zuco — Sulla trasmissione del virus rabbico de cane a cane. De la transmission du virus rabique de chien à chien. (*Annali dell'Istituto d'igiene sperimentale del R. Universita di Roma*, II, p. 63.)

Dr P.-B. Roncali. — Sull' azione reciproca de prodotti solubili del bacillus tuberculosis e di altri microorganismi patogeni e non patogeni. Sur l'action réciproque des produits solubles du bacille de la tuberculose et d'autres microorganismes pathogènes et non pathogènes. (*Annali dell' Istituto d'igiene sperimentale della R. Universita di Roma*, II, p. 87.)

Prof. F. Blochmanm. — Ueber das Vorkommer von bakterien almlichen Gebilden in den Geweben und Eiern verschiedener insecten. Sur la présence d'organismes semblables aux bactéries dans les tissus et les œufs de différents insectes. (*Centralblatt für Bakteriologie*, XI, p. 234.)

W. Kruse et S. Pansini. — Untersuchungen über den Diplococcus pneumonial und verwandte streptococcen. Recherches sur le diplocoque de la pneumonie et sur des streptocoques analogues. (*Zeitschrift für hygiene und Infectionskrankheiten*, XI, p. 279.)

Ph. Weyl. — Zür Theorie der Immunität gegen Milzbrand. Contribution à l'étude de l'immunité à l'égard du charbon. (*Zeitschrift für hygiene und Infectionskrankheiten*, XI, p. 381.)

B. Pfeiffer. — Untersuchungen über das Cholerageft. Recherches sur le poison du choléra. (*Zeitschrift für hygiene und Infectioniskrankheiten.*)

S. Batkin. — Ueber einen Bacillus butyricus. Sur un bacille butyrique. (*Zeitschrift für hygiene und Infectionskrankheiten*, XI, p. 421.)

Angelo Maffucci. — Die Hühuertuberculose. La tuberculose aviaire. (*Zeitschrift für hygiene und Infectionskrankheiten*, XI, p. 445.)

L'Éditeur-Gérant, Georges CARRÉ.

Tours. — Imprimerie DESLIS FRÈRES

ANNALES
DE MICROGRAPHIE

DE L'UTILISATION DU MICROSCOPE AVEC LES OBJECTIFS A GRANDE PUISSANCE

PAR

H. PERAGALLO

Depuis quelques années, les études micrographiques, sous l'impulsion des recherches bactériologiques, ont pris un essor merveilleux. Les objectifs puissants et les beaux microscopes, qui étaient restés jusqu'alors la spécialité des riches amateurs et des diatomistes, sont entrés dans le domaine courant de la science.

Malheureusement, pour utiliser de tels instruments, il ne suffit pas de connaissances sommaires qui traînent partout. Autant l'emploi d'un objectif de puissance moyenne est simple, autant celui d'un objectif vraiment puissant est délicat, si l'on veut en tirer tout le parti que l'on est en droit d'attendre de la somme relativement considérable qu'il a coûté. Lorsque l'on arrive aux limites extrêmes de perfection qui sont atteintes aujourd'hui, on peut dire que, même pour des microscopistes exercés, les différences qui séparent un objectif de 500 francs de son analogue de 200 sont tellement délicates à mettre en valeur qu'elles sont nulles pour la généralité des observateurs.

Aussi, est-ce avec une vive satisfaction que ceux qui se sont adonnés à l'étude passionnante des difficultés du microscope arrivent, par une disposition habile de l'objectif et de l'éclairage, à montrer tout le parti que l'on peut tirer d'instruments qui, entre les mains de leurs possesseurs, ne donnaient que des résultats incomplets, inévitablement imputés au constructeur.

L'étude des Diatomées est un des meilleurs moyens, sinon le seul, d'apprendre à se servir du microscope ; et je crois que les savants qui consentiront à consacrer quelques heures à résoudre des tests difficiles, en se rendant compte de ce qu'ils font, ne perdront pas leur temps ; ils verront, pour ainsi dire, une clarté nouvelle illuminer leur microscope, et transformer leurs observations.

Aujourd'hui, la vulgarisation des objectifs homogènes et des condensateurs, leur accessoire obligé, a simplifié le problème. Je m'en vais m'efforcer de le poser et de le résoudre simplement, et, sans entrer dans des considérations théoriques superflues, indiquer la manière de procéder pour l'emploi rationnel des objectifs à grande puissance.

La première partie de ce travail sera consacrée à résumer sommairement les considérations théoriques de la formation des images, sans la connaissance desquelles il est difficile de comprendre en quoi réside la puissance d'un objectif.

Dans la deuxième, j'étudierai les manipulations de l'objectif bien réduites aujourd'hui et qui, il y a peu de temps encore, constituaient une grosse difficulté.

Enfin, dans la dernière partie, j'indiquerai quelles sont les conditions à réaliser pour tirer du condensateur, sans lequel on ne peut utitiser complètement les objectifs à grande ouverture, tout le parti qu'il comporte.

CHAPITRE PREMIER

Formation des images dans le microscope, et puissance des objectifs

La théorie classique de la formation des images dans le microscope est connue de tout le monde ; elle procède des propriétés géométriques des lentilles et de la théorie de l'émission. Or on sait depuis longtemps que cette théorie est incapable de fournir l'explication complète des phéno-

mènes optiques, et que, si l'on veut se rendre un compte exact de ce qui se passe, il faut recourir à la théorie ondulatoire de la lumière.

C'est le Dr Abbe qui, le premier, eut l'honneur d'appliquer l'analyse mathématique à la formation des images dans le microscope, en partant des propriétés des ondes lumineuses, et les résultats qu'il obtint et qui ont révolutionné nos conceptions au sujet des propriétés des objectifs sont aussi remarquables qu'inconnus de la masse du public scientifique.

J. Stephenson inventa à l'appui de cette théorie, *a priori* si extraordinaire, des expériences plus curieuses encore, qui en contrôlent tous les détails, et viennent aussi donner un appui nouveau à l'hypothèse de l'ondulation (1).

Ce n'est pas ici le lieu de décrire en détail ces expériences, dont on trouvera un bon résumé, en français, dans le dernier ouvrage du Dr van Heurck sur le microscope ; encore moins me lancerais-je dans l'analyse de la théorie d'Abbe, qui demande de hautes connaissances mathématiques ; je me bornerai à présenter le résumé des principes nouveaux de la formation des images dans le microscope.

1° Lorsque la finesse d'une structure, c'est-à-dire l'intervalle entre deux éléments à séparer, ne dépasse pas 0,10 μ, tout se passe suivant les lois de l'optique géométrique, et l'image est la représentation exacte de l'objet.

Si, après avoir mis au point dans la lumière centrale, on enlève l'oculaire, et on regarde dans le tube, on voit au centre de l'objectif un cercle blanc représentant le pinceau lumineux émergeant de l'objectif. Le diamètre de ce cercle varie suivant le foyer et l'ouverture de l'objectif, ainsi que suivant l'ouverture du pinceau éclairant.

2° Si la structure est plus fine, elle produit sur le pinceau éclairant des phénomènes de diffraction, et en regardant, comme précédemment, dans le tube, on voit, outre le pinceau dioptrique blanc, un certain nombre de pinceaux de

(1) Les belles recherches de M. Lippmann, qui viennent de nous donner une solution aussi curieuse qu'élégante de la photographie des couleurs, ont montré tout récemment tout le parti que l'on peut tirer de la théorie des ondulations quand on l'applique à l'analyse des phénomènes optiques.

diffraction, colorés si l'on emploie la lumière naturelle, et dont le nombre ainsi que la disposition sont en rapport direct avec la nature de la structure examinée. Ces pinceaux ou spectres de diffraction sont d'autant plus écartés que la structure qui les produit est plus fine.

Si, par exemple, on examine dans la lumière centrale, avec un objectif puissant (par exemple une immersion), un *Pleurosigma angulatum*, et si, après avoir mis la structure au point, on enlève l'oculaire, on verra dans le tube un pinceau central blanc et six pinceaux colorés disposés régulièrement autour du pinceau central. Il est facile de se rendre compte que, si l'on intercepte ces derniers pinceaux, au moyen d'un diaphragme placé sur l'objectif en ne laissant que le pinceau central, toute trace de structure a disparu dans l'image. Conclusion :

3° Les pinceaux de diffraction, réunis dans l'image, donnent seuls l'image de la structure. C'est la réciproque du principe précédent, donc :

4° A une structure donnée correspondent un certain nombre de pinceaux de diffraction, et, réciproquement, à un nombre donné de ces pinceaux correspond l'image d'une structure donnée. Mais cette réciproque n'est pas absolue, car :

5° L'acception dans l'image de tous les spectres donnés par une structure n'est pas nécessaire pour la formation d'une image exacte de la structure ; mais la théorie ne peut indiquer quels sont les spectres nécessaires et les spectres suffisants, de sorte que la non-admission d'un certain nombre de ces spectres peut : soit ne rien changer au résultat, soit le modifier du tout au tout, et donner : soit l'image de la structure, *soit une image différente.*

Ce point capital de la théorie mérite d'être précisé.

Si je considère une série de lignes parallèles d'écartement ε, cette structure produira, outre le pinceau de réfraction, une double série de spectres, à droite et à gauche, je numéroterai de chaque côté :

$$(1) \quad \ldots \; \dot{S}'_4 \quad \dot{S}'_3 \quad \dot{S}'_2 \quad \dot{S}'_1 \quad \dot{O} \quad \dot{S}_1 \quad \dot{S}_2 \quad \dot{S}_3 \quad \dot{S}_4 \; \ldots$$

une structure deux fois plus fine d'écartement $\frac{\varepsilon}{2}$ produire des spectres deux fois plus écartés, disposés à la place des numéros pairs de la série précédente :

(2) ... S'_4 S'_2 O S_2 S_4 ...

Comme dans toutes les structures symétriques, l'admission d'une seule série, droite ou gauche, reproduit l'image de la structure ; en outre, l'admission d'un seul de ces spectres produit le même résultat, de sorte que si, dans le cas de la structure (1), j'admets un seul des spectres impairs, j'aurai l'image de cette structure ; mais si, par un diaphragme approprié, j'élimine tous les spectres impairs en ne conservant que les spectres pairs, même un seul, je retomberai sur l'image ; (2) j'aurai l'image de la structure correspondante, et j'aurai produit ce phénomène surprenant, qu'en éliminant une partie de la lumière destinée à produire l'image d'une structure, j'aurai produit l'image d'une structure deux fois plus fine et qui n'existe pas réellement.

Donc, bien que l'admission de tous les spectres formant une structure ne soit pas nécessaire pour produire l'image de cette structure, on ne sera sûr d'avoir une image correcte qu'en recueillant tous les spectres produits. Or, comme les structures que nous étudions nous sont, en général, inconnues, que nous ne connaissons *a priori* ni le nombre ni la disposition des spectres produits, nous ne saurons non seulement jamais si nous les recueillons tous, et par conséquent nous ne saurons jamais si l'image que nous observons représente exactement la structure, mais même si nous ne voyons pas l'image d'une structure qui n'existe pas.

D'où l'on peut déduire correctement cette conclusion théorique : On ne peut tirer aucune déduction mathématiquement correcte de l'examen d'une image microscopique quant à la structure réelle de l'objet qui l'a produite, si les dimensions des détails de cette structure sont inférieures à 0,10 μ.

Exemple : Nous avons vu que les spectres d'un *Pleurosigma angulatum* sont disposés en un cercle de six au bord du cercle d'émergence de l'objectif, et, quelle que soit l'ouverture de l'objectif employé, quelle que soit l'obliquité donnée à l'éclairage pour apercevoir ce qui se passe latéralement en dehors de cette première zone, on n'aperçoit aucun autre spectre.

Or, si on trace un réseau composé de deux séries de lignes se coupant à 60°, et si on examine ce réseau au microscope, on voit, outre le pinceau central, deux séries concentriques de spectres : la première de 6, la deuxième de 12. En faisant varier le nombre et la disposition des spectres admis, on fait varier l'image obtenue dans de très grandes limites, mais, si l'on élimine notamment tous les spectres du deuxième rang pour ne retenir que ceux du premier, on réalise une disposition de spectres analogue à celle du *Pleurosigma angulatum*, et, naturellement, on observe la même image de points isolés que chez cette Diatomée, image qui ne correspond pas à la structure réelle du réseau examiné.

Comme nous ne connaissons pas la structure du *Pleurosigma*, que nous ne savons pas si, outre la première rangée de spectres admis, il n'en existe pas une deuxième assez écartée pour échapper à nos objectifs, nous ne pouvons affirmer que la structure de cette Diatomée est bien celle dont nous observons l'image.

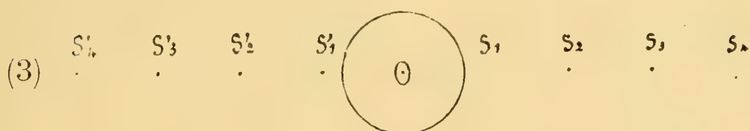
Il ne faudrait pas tirer de tout cela, comme l'ont fait certains observateurs, la conclusion que le microscope ne donne que des apparences, et que, par conséquent, son emploi est illusoire, car nous avons vu qu'en général l'admission d'un seul spectre suffit pour produire l'image de la structure étudiée ; mais il faut en tirer deux conclusions importantes :

6° On a intérêt à recueillir le plus grand nombre possible de pinceaux de diffraction, et, comme ces pinceaux s'écartent angulairement du point où ils se produisent, on a intérêt à employer des objectifs de la plus grande ouverture possible ;

7° La puissance d'un objectif est fonction directe de son ouverture.

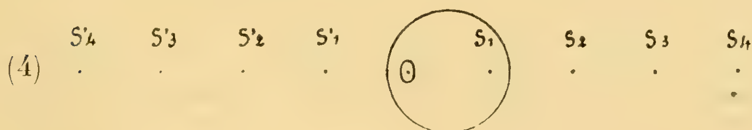
Lumière oblique. — Avant d'aller plus loin, il est nécessaire de faire une légère digression pour montrer la façon claire et précise avec laquelle la théorie d'Abbe explique les effets de la lumière oblique.

Reprenons notre diagramme n° 1, et supposons que le cercle tracé sur ce diagramme (diagramme 3) représente le cercle lumineux total de l'objectif, tel qu'on l'examine après avoir enlevé l'oculaire et qui est la représentation exacte de l'ouverture de l'objectif.



En l'état le pinceau réfracté est seul visible dans l'ouverture, tous les pinceaux de diffraction sont exclus ; à la place des stries que l'on devrait voir, on n'aperçoit qu'une bande mate sans stries aucunes.

Si alors nous excentrons le diaphragme de l'appareil d'éclairage dans le sens de la bande des spectres, toute la figure spectrale va voyager : les spectres S′ s'éloignant par exemple, les spectres S se rapprochant lorsque S_1 sera dans l'ouverture le pinceau réfracté ; O sera près du bord ; mais alors, le spectre S_1 concourant à la formation de l'image, les stries apparaîtront (diagramme 4).



On voit donc que l'effet de l'obliquité de la lumière tient tout entier à ce qu'en inclinant le pinceau éclairant on fait entrer dans l'objectif des pinceaux diffractés qui en étaient exclus et qui, par leur admission, donnent l'image de la structure (vraie ou fausse) qu'ils représentent.

Si en accentuant le décentrage on excluait le pinceau réfracté (diagramme 5), les stries seront visibles ; mais, la lumière directe n'arrivant plus à l'œil de l'observateur, le

champ serait obscur, et l'objet apparaîtrait éclairé sur fond noir.



Du grossissement. — Dans tout ce que nous venons de voir relativement à la puissance de l'objectif, le grossissement n'est pas intervenu : c'est qu'effectivement son action est tout à fait distincte et pour ainsi dire latérale.

Si l'objectif a une ouverture suffisante, il formera une image d'une structure donnée plus ou moins nette, suivant que les corrections de l'objectif seront plus ou moins parfaites. Cette image déjà agrandie pourra ne pas être perçue aisément par notre œil ; il faudra donc l'agrandir suffisamment ; mais, si elle n'existe pas dans l'image, aucun agrandissement de cette image fournie par l'oculaire ne permettra de la saisir.

Les caractères d'impression de cette revue ont des dimensions calculées pour une lecture facile par une vue moyenne. Ils seraient moitié moins grands qu'on les lirait encore, mais on les agrandirait au centuple qu'on ne lirait rien de plus entre les lignes ; les imperfections de l'impression et du papier ne feraient que ressortir davantage.

Il en est de même pour les images fournies par l'objectif, et c'est une illusion, dont on guérit vite, que de croire qu'en les amplifiant par de forts oculaires on les rend plus visibles ; à partir d'un point où elles sont nettes à l'œil elles ne font que perdre à être grossies davantage.

Or le grossissement fourni par un objectif de 1/12e à 1/15e de pouce est amplement suffisant, combiné avec un oculaire moyen pour donner une image nette des détails fournis par l'objectif.

Au-delà de cette limite, l'ouverture ne peut plus croître suffisamment en même temps que le grossissement, et la clarté diminue si l'on veut profiter de l'augmentation de grossissement de l'objectif. C'est la combinaison de ces

trois facteurs que nous allons envisager dans le paragraphe suivant.

De la clarté du microscope. — L'éclairage de l'image dépend de deux facteurs : l'ouverture du pinceau éclairant et le grossissement.

L'ouverture du pinceau éclairant pratiquement admissible est fonction de l'ouverture de l'objectif (1), et la lumière admise varie en raison directe du carré de l'ouverture de l'objectif. Cette lumière sera diffusée sur une surface d'autant plus grande que le grossissement sera plus considérable; son intensité sera donc inversement proportionnelle au carré du grossissement, soit directement proportionnelle au carré du foyer, puisque le grossissement est d'autant plus considérable que le foyer est plus faible. Si nous appelons ω l'ouverture, et f le foyer, l'éclairage de l'objet sera proportionnel à

$$f^2\omega^2.$$

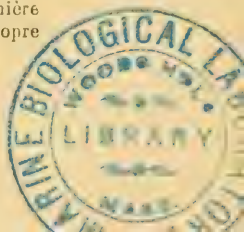
On voit donc qu'à mesure que f diminue il faut que ω augmente en proportion, pour obtenir la même clarté.

Or, s'il est relativement facile aux opticiens de faire croître ces deux données parallèlement dans les objectifs de foyer ordinaire, il arrive un moment où ils ne le peuvent plus et où la limite d'ouverture pratiquement accessible est atteinte, tandis que le grossissement peut augmenter dans de larges limites.

L'ouverture maximum que l'on peut pratiquement atteindre correspond à un angle dans l'air de 135 à 140°.

On pourra appliquer facilement cette ouverture angulaire à un objectif à immersion homogène de 1/8e de pouce de foyer, ce qui lui donnera une ouverture numérique de 1,40 environ, mais le maximum sera atteint, et, si on veut

(1) Il ne faut pas confondre l'éclairage de l'objet avec la clarté totale qui arrive à l'œil. Celle-ci dépend de la dimension du champ éclairé ; il est, par conséquent, d'autant plus grand que le champ est plus grand et, par suite, l'objectif plus faible. Mais toute cette clarté qui provient d'objets que l'on n'examine pas ne fait que nuire à l'observation propre de l'objet envisagé, en le noyant dans une lumière étrangère. Tout ce que je dis dans cet article ne concerne que l'éclairage propre de l'objet examiné.



pousser plus loin le grossissement, on sera bientôt obligé de réduire légèrement l'ouverture au lieu de l'augmenter.

Un coup d'œil sur les catalogues des opticiens nous édifiera à ce sujet. En prenant, par exemple, celui de MM. Powell et Lealand, dont la série d'objectifs est une des plus brillantes et des plus étendues qui existent, nous voyons que ces opticiens atteignent (dans des conditions peu pratiques pour un travail courant) l'ouverture de 1,50 pour l'immersion homogène.

Cette ouverture de 1,50, ils l'appliquent à des objectifs de 1/6e, 1/8e, 1/12e et 1/20e de foyer. A 1/25e ils ne peuvent plus donner que 1,38, et à 1/50e 1,33. Or, d'après l'avis de personnes l'ayant essayé, le 1/12e : 1,50 est tellement court et tellement fragile que les constructeurs n'osent le faire voyager, et que le moindre contact de sa frontale avec la préparation la met hors de service.

En nous en tenant aux objectifs vraiment pratiques, nous voyons que la maison Zeiss donne couramment 1,40 à des objectifs de 3 et 2 millimètres de foyer (1/8e et 1/12e), encore le dernier est-il signalé comme fragile, mais pour $1^{mm},5$ (1/16e) elle réduit l'ouverture à 1,30.

Lorsque la maison Zeiss créa les apochromatiques dont nous parlons, elle en avait limité la série au 1/12e et avait supprimé son ancien 1/18e homogène qui était pourtant assez recherché. Ce n'est que sur les instances de quelques-uns de ses clients qu'elle a étendu sa série et créé, en 1891, le 1/16e : 1,30.

Limite du grossissement de l'objectif. — On voit donc qu'à partir d'une certaine limite il n'y a plus intérêt à augmenter le grossissement de l'objectif : on perd trop en clarté. On est alors obligé de réduire le grossissement de l'oculaire employé, ce qui fait perdre les avantages que l'on avait voulu acquérir, et laisse subsister les inconvénients de l'objectif à très court foyer. Les foyers de 1/12e à 1/18e me semblent ceux que l'on ne doive pas dépasser. Avec le tube anglais, 1/12e sera la limite inférieure, 1/18e avec le tube court. Dans ces conditions, avec les forts oculaires suffisamment clairs que l'on fait aujourd'hui, on pourra atteindre des grossissements de plus de 3000 fois, ce qui est plus que suffisant.

Des objectifs très pratiques existent dans ces conditions chez tous les bons opticiens, et, comme leur construction ne présente pas de trop sérieuses difficultés, ils sont généralement excellents.

Tels sont notamment, parmi les objectifs courants, le n° 9 de M. Nachet, qui est fourni pour le même prix, soit à sec, soit à immersion dans l'eau avec correction, soit à immersion dans l'huile sans correction. Les objectifs qui ont respectivement des ouvertures de 0,95, 1,15, 1,20 sont des instruments très pratiques.

Les n°s 10 de Verick sont analogues.

Zeiss nous offre, dans les mêmes conditions, quoique plus cher, ses objectifs F à sec, J à immersion dans l'eau, 1/12e et 1/16e homogènes.

Enfin il convient de signaler, comme particulièrement avantageux, le 1/12 : 1,30 homogène de Leitz, qui vaut les meilleurs objectifs, la même puissance et ne s'en distingue que par la modicité de son prix.

Quant aux objectifs à plus court foyer, je ne saurais en conseiller l'emploi. Je connais l'objectif M à immersion dans l'eau (0,75 = 1/30e de foyer), et l'ai longuement essayé ; il coûtait très cher et ne valait pas grand'chose ; la maison Zeiss ne le construit plus depuis 1885.

Tolles a construit, dans le temps, pour le Dr Blachéam, je crois, un objectif de 1/50e de pouce qui était, paraît-il, admirablement réussi. *Mais* il fallut ensuite construire un stand ou monture suffisamment rigide pour permettre l'observation, et, cela ne suffisant pas, installer l'instrument dans une cave sur un bâti maçonné indépendant pour enlever les vibrations. L'objectif a probablement servi une ou deux fois et n'a pas dû donner beaucoup plus que les admirables 1/6e et 1/10e du célèbre constructeur d'un emploi absolument pratique et d'une perfection qui n'a pas été surpassée.

Définition de la puissance des objectifs. — De tout ce qui précède, il résulte clairement que la puissance d'un objectif, c'est-à-dire la faculté qu'il possède de nous montrer de fins détails ne dépend que de l'ouverture de cet objectif et nullement de son grossissement, sous la réserve pratique, mais nullement absolue, que ce grossissement

soit suffisant pour que notre rétine soit impressionnée (1).

Abbe a montré que l'ouverture d'un objectif se mesure par le produit

$$n \sin u,$$

dans lequel n est l'indice de réfraction du milieu employé, et $2u$ l'angle sous lequel les rayons extrêmes émanés de l'objet pénètrent dans l'objectif, ce que l'on appelle l'angle d'ouverture dans l'air. Dans ces conditions, la puissance de l'objectif peut être représentée par le carré de son ouverture numérique.

Jusqu'ici nous n'avons parlé que de l'ouverture théorique des objectifs, mais si on voulait éclairer un objet avec un pinceau lumineux d'amplitude suffisante pour remplir l'objectif, on n'aurait qu'une image vague et noyée dans la lumière ; c'est ce que tout le monde a constaté et ce qui amène l'observateur à diaphragmer son miroir ou son condensateur.

Ce fait tient à ce que, dans le calcul des objectifs, les données sont beaucoup plus complexes que dans l'analyse élémentaire qu'en donnent les constructions géométriques simples que tout le monde connaît. Les opticiens ne peuvent corriger les aberrations, et réunir les rayons que pour des zones restreintes des objectifs ; de sorte que, si l'on peut utiliser toute l'ouverture de l'objectif, on ne peut le faire que par fraction, en promenant, pour ainsi dire, un pinceau lumineux d'une certaine amplitude dans tout le champ de l'ouverture de l'objectif. De là, une distinction entre l'ouverture totale et l'ouverture utilisable, cette dernière étant relativement d'autant plus grande que l'objectif est plus parfait.

Le Dr Zeiss, dans son catalogue de photomicrographie, qui est un remarquable traité sur la matière, pose comme

---

(1) Harting a reconnu que l'image d'un filament est perceptible à un œil moyen lorsqu'elle atteint 9,7 μ, soit 10 μ. Dans ces conditions le flagellum du *Bacterium termo*, qui est l'objet le plus délicat qui ait été vu au microscope, ne demanderait qu'un grossissement de 1,000 fois pour être perçu, ce qui donne sans peine 1/12e de pouce. Le 1/6e de pouce de Tolles résout facilement l'*Amphipleura* et le 17e groupe de Nobert, c'est-à-dire sépare des lignes distantes d'environ 0,25 μ avec un grossissement d'environ 500 fois seulement.

règle courante que dans un bon objectif on doit pouvoir utiliser le 1/3 de l'ouverture totale. On reconnaît que cette condition est remplie lorsque, regardant dans le tube, le cercle lumineux central a un diamètre égal au 1/3 du diamètre total de l'ouverture.

Au moyen des diaphragmes du condensateur et surtout du diaphragme-iris il est aisé de réaliser cette condition.

Ceux qui s'attacheront à la réaliser ne tarderont pas à s'apercevoir qu'il faut qu'un objectif fort soit excellent pour supporter cet éclairage, et que, le plus souvent, on sera conduit à se tenir un peu au-dessous de la proportion du 1/3.

Ce rapport entre l'ouverture de l'objectif et celle du pinceau lumineux qu'il peut utiliser me servira à définir ce que j'entends par *objectif puissant.*

Tant que l'objectif est tel que son emploi ne nécessite aucun appareil accessoire d'éclairage et aucune opération compliquée, ce qui est le cas des objectifs employés en histologie, l'objectif est faible ou moyen suivant son grossissement. Mais, dès que le simple miroir ne suffit plus à en tirer tout le parti possible, l'objectif demande des appareils et des procédés spéciaux pour le mettre en valeur ; il rentre alors dans la catégorie des objectifs puissants.

Le miroir des microscopes est plus ou moins grand, suivant qu'il doit être normalement plus éloigné de la platine, mais l'amplitude du cône lumineux qu'il dirige sur l'objet, son angle d'ouverture, est à très peu de chose constant chez tous les opticiens et d'environ 30 degrés, ce qui correspond à une ouverture numérique de 0,25. On pourra donc avec le simple miroir utiliser un objectif d'ouverture trois fois plus grande, soit 0,75 ; au delà il faudra recourir à des appareils spéciaux fournissant des cônes éclairants plus larges.

J'appellerai donc objectif puissant tout objectif dont l'ouverture dépassera 0,75.

Tel est le cas des objectifs de Nachet à partir du n° 6, des analogues de Vérick, de ceux de Zeiss à partir de DD, etc.

Les numéros inférieurs de cette série pourront, dans les recherches courantes, être employés comme ceux de la

série moyenne, étant donné surtout que, pour les recherches délicates, on se servira des numéros supérieurs, généralement à immersion.

Néanmoins, en manipulant avec soin des objectifs tels que le DD de Zeiss et surtout les magnifiques apochromatiques à sec de 0,95 d'ouverture, on réduira beaucoup le nombre de cas où l'on sera appelé à se servir des objectifs à immersion, surtout les homogènes, avec tous les ennuis que comporte leur emploi.

Limites de la puissance de l'objectif (1). — Si, outre l'ouverture, on fait intervenir dans la définition de la puissance de l'objectif la nature de la lumière, coefficient que nous avons négligé jusqu'à présent parce que sa valeur est plus théorique que réellement pratique, on peut formuler cette puissance par la formule :

$$p = \frac{n \sin u}{\lambda},$$

λ étant la longueur d'onde de la lumière employée, qui pour la lumière blanche est celle des rayons jaunes impressionnant le plus vivement l'œil.

On voit que l'on ne peut augmenter p qu'en augmentant n ou u et en diminuant λ. Étudions ces trois facteurs.

1° u est le 1/2 angle d'ouverture : théoriquement il ne peut dépasser 90° ; pratiquement, comme il faut pour qu'un objectif soit autre chose qu'une curiosité qu'il reste un certain jeu entre la frontale et le cover ou, en d'autres termes, une distance frontale suffisante, nous avons vu que cette valeur de u ne peut pratiquement dépasser 70°, ce qui donne pour sin u 0,94. A la rigueur, pour des objectifs d'amateur, on pourra, comme l'ont fait MM. Powell et Lealand, aller un peu plus loin et, pour $u = 80°$, avoir sin $u = 0,98$; c'est l'extrême limite et on voit qu'aujourd'hui il n'y a rien à gagner à ce sujet ;

2° n est l'indice de réfraction de l'immersion. Il doit être

(1) Voir, pour plus de détails sur ce sujet intéressant, la lettre du Dr Czapski qui termine la dernière édition du *Traité du microscope* du Dr van Heurck, ou l'analyse qui en a été faite dans ces *Annales*, t. IV, p. 258.

égal à celui des verres optiques, ou s'en rapprocher beaucoup. Avec les homogènes actuels il est de 1,52. On a pu, avec les nouveaux verres phosphatés, actuellement construits, songer à élever l'indice de réfraction du médium d'immersion, et la maison Zeiss a construit un objectif d'ouverture 1,60 à immersion dans la naphtaline monobromée.

Mais il suffit de lire les instructions relatives à cet objectif pour se rendre compte que lui ou ses pareils ne seront jamais que des jouets scientifiques.

« Les préparations doivent être recouvertes de *couvre-objets en flint lourd, d'espèce déterminée*, taillés spécialement pour cet usage et d'épaisseur rigoureusement exacte. On doit, de plus, renfermer les préparations dans des milieux d'indice de réfraction élevée, comme la naphtaline monobromée, le réalgar, l'iodure de mercure ou de méthylène, le médium de Smith, etc. Quand l'éclairage possède une obliquité et une étendue qui dépasse 1,40, il est nécessaire d'employer un porte-objet en flint et un condensateur en flint réunis optiquement par de la naphtaline monobromée. »

Toutes ces conditions, surtout celles relatives aux milieux de la préparation, sont inacceptables dans un travail courant et pour tous les objets à examiner ; donc rien à gagner non plus de ce côté ;

3° Reste λ ; et, de ce côté, on peut gagner quelque chose : la longueur, d'onde de la lumière blanche (ligne E) est de 0,569 μ, celle de la lumière monochromatique bleue (ligne F) est de 0,4851 μ, et enfin celle des rayons photographiques obscurs (ligne h), 0,4000. Le pouvoir d'un objectif exprimé par 1 dans la lumière blanche sera donc 1,08 dans la lumière monochromatique bleue, et de 1,32 pour les rayons extra-violets ; ou, en d'autres termes, si nous considérons les deux objectifs existants d'ouverture 1,40 et 1,60, ces objectifs fonctionneront dans la lumière bleue comme ceux qui pour la lumière blanche auraient 1,52 et 1,73 d'ouverture, et dans la lumière photogénique comme ceux qui dans la lumière blanche auraient 1,84 et 2,10.

Or la lumière bleue obtenue par les rayons solaires tra-

versant une cuve à sulfate de cuivre est très facile à obtenir et souvent employée ; on voit que, dans ces conditions, on obtiendra pratiquement avec un objectif de 1,40 l'ouverture de 1,52, qui est le maximum que l'on eût pu obtenir avec la lumière blanche. Avec la chambre noire on pourra aller beaucoup plus loin, et il n'y a rien d'étonnant à ce que l'on ait obtenu ainsi la photographie de détails, tels que les perles de l'*Amphipleura*, avec des objectifs qui ne les révélaient pas à l'œil.

En résumé, la construction mécanique des objectifs donne aujourd'hui à peu près tout ce qu'elle peut donner, et ce n'est plus que par l'intermédiaire de la lumière que l'on peut encore augmenter la puissance des objectifs.

CHAPITRE II

Emploi des objectifs

Je ne m'étendrai pas ici sur les qualités que doit présenter un microscope destiné à recevoir de objectifs puissants, ce serait sortir des limites de cette étude (1).

Le micrographe devra porter toute son attention sur le mouvement lent qui, dans les microscopes un peu anciens du continent, est absolument insuffisant pour les besoins actuels. Les opticiens du continent ont beaucoup perfectionné cette partie délicate pendant ces dernières années. Il n'en est pas moins vrai que, s'obstinant à appliquer un mécanisme mauvais en principe, ils n'arrivent pas à la

(1) Voir à ce sujet l'article que j'ai publié dans les *Annales de la Société d'histoire naturelle de Toulouse* en 1883 sous le titre : *Histoire sommaire du microscope composé et de ses récents perfectionnements*. Cet article a été fait à un moment où la construction des microscopes venait de faire un grand pas en avant. Depuis cette époque, les choses ont peu changé. Les constructeurs du continent ont perfectionné le mouvement lent des microscopes, et adopté généralement l'usage du condensateur. L'emploi des platines mobiles s'est généralisé, et on en a construit de très pratiques.

douceur et surtout à la durée des mouvements analogues anglais. Tout microscope destiné à des études sérieuses devra être muni d'un condensateur se prêtant à toutes les modifications de la lumière et d'une ouverture au moins égale à celle des objectifs que l'on peut être appelé à utiliser.

Le condensateur Abbe est surtout commode par sa disposition mécanique; sa partie optique n'a rien de particulier. L'achromatisme du condensateur n'est utile, comme nous le verrons, que dans des cas tout particuliers.

Le condensateur devra pouvoir être mis au foyer, c'est-à-dire glisser dans une coulisse parallèle à l'axe, de préférence au moyen d'une crémaillère.

La crémaillère est également indispensable pour le mouvement rapide du tube du microscope. Avec les mouvements à coulant encore en faveur chez nous, on s'expose à briser les préparations ou, ce qui est plus grave, à endommager les objectifs précieux chez lesquels le sertissage de la frontale est toujours plus ou moins délicat.

Les opticiens calculent les rayons de courbure de leurs lentilles de manière à ce que l'objectif forme, à une distance donnée, une image aussi aplanétique et aussi achromatique que possible d'un objet placé dans un milieu d'indice donné, recouvert d'un verre mince d'épaisseur donnée. Si ces conditions ne sont pas reproduites dans l'emploi de l'objectif, les images sont plus ou moins défectueuses. Il faut donc soit corriger ces défectuosités, si l'on en a les moyens, soit éviter de leur donner naissance; cette seconde manière d'opérer étant en tous cas la meilleure. Nous allons en examiner successivement les trois points envisagés plus haut.

1° *Longueur du tube.* — La longueur du tube adoptée par les constructeurs du continent est de 0^{m},160; les Anglais ont adopté 0^{m},250. Plus le tube est long, plus le grossissement est considérable; mais, comme on est obligé d'avoir recours à des oculaires plus faibles, les deux conditions opposées se balancent. Pour les observations scientifiques et prolongées, le tube court est préférable, car il permet l'emploi plus facile du microscope vertical, position qui facilite beaucoup l'usage des liquides d'immersion. En

tout cas, on s'attachera avec soin à éliminer dans les observations l'influence d'une mauvaise longueur de tube qui, pour les objectifs puissants et bien corrigés, est très sensible. On donnera donc toujours au tube du microscope la longueur pour laquelle les objectifs sont corrigés. Si cependant ces objets possèdent une monture à correction, on pourra faire varier la longueur du tube ; mais, la correction d'un objectif étant une opération très délicate, il vaudra mieux ne pas la compliquer inutilement.

Il est cependant un cas où l'on est appelé à employer une distance de projection de l'image bien plus considérable que celle qui correspond à l'objectif, c'est pour la photomicrographie. Dans ce cas, si l'objectif employé n'est pas à correction, on perdra beaucoup de sa valeur. Le meilleur moyen de remédier à ce grave inconvénient consiste à employer les oculaires à projection qui reprennent l'image fournie par l'objectif à la distance voulue, et la projettent sur l'écran à une distance quelconque. Ces oculaires, ayant en outre l'avantage d'agrandir cette image, permettent l'emploi de chambres beaucoup moins longues pour un grossissement donné. Grâce à eux on peut organiser des appareils photomicrographiques simples peu coûteux et très efficaces (1).

2° *Épaisseur du couvre-objet.* — La différence d'épaisseur du couvre-objet a une très grande influence sur la perfection des images fournies par les objectifs puissants à sec ou à immersion dans l'eau. Pour les objectifs à immersion homogène, cette influence est négligeable dans de très grandes limites ; c'est là une des grandes causes de leur succès auprès du public scientifique.

Cette cause d'erreur est corrigée au moyen d'un mécanisme qui permet de faire varier l'écartement des lentilles de l'objectif, et que l'on appelle la correction. Corriger un objectif est une des opérations les plus délicates de la technique microscopique ; les procédés indiqués à ce sujet dans les traités sont illusoires, et je ne les reproduirai pas ici.

(1) Voir, pour plus de détails à ce sujet, l'ouvrage précité du Dr van Heurck, qui est passé maître dans les difficultés de la photomicrographie, et obtient des résultats constants et merveilleux avec des moyens d'une extrême simplicité.

Ils sont tous basés sur l'appréciation de points de détails très délicats ; autant vaut dire simplement qu'il faut tourner le collier dans un sens ou dans un autre jusqu'à ce que l'image soit la meilleure possible, ce qui revient à formuler une vérité de La Palisse.

Zeiss, suivi par quelques opticiens allemands, a gradué le collier de la correction en divisions qui représentent la correction à faire pour une épaisseur donnée du couvre-objet, épaisseur qui peut être facilement appréciée au moyen de la vis micrométrique du microscope. D'autres opticiens n'ont pas voulu suivre la maison Zeiss dans cette voie parce que, disent-ils, bien d'autres causes viennent modifier les aberrations produites et, par suite, la correction à effectuer (1). Ces opticiens ne sont pas dans le vrai, bien qu'au point de vue absolu ils aient raison. Quand ils livrent des objectifs sans correction, ils estiment bien eux-mêmes parmi toutes les causes d'aberration la moyenne à corriger, et ils opèrent sur cette base ; pourquoi ne feraient-ils pas de même pour les objectifs à correction variable, et n'indiqueraient-ils pas à l'acheteur, par une graduation appropriée, comment ils auraient corrigé eux-mêmes l'objectif pour les diverses épaisseurs de couvre-objet dans des conditions moyennes de milieu de préparation?

Avec le système de Zeiss l'observateur est sûr de ne pas tomber dans les erreurs grossières que l'on est exposé à commettre lorsque l'on corrige un objectif sans indications. Après avoir établi son objectif sur la base indiquée, on pourra toujours chercher en deçà et au delà une amélioration de l'image si possible, mais on partira d'une base certaine. Aussi ce système mérite-t-il toute approbation, et doit être généralisé.

La correction appliquée aux objectifs à immersion permet soit de les employer avec des milieux d'immersion d'indices variés, soit même de les employer à sec. Cependant, en aucun cas, je ne recommanderai ces objectifs à usages multiples qui ne sont généralement bons que dans

(1) Il faut remarquer notamment que la correction varie un peu suivant que l'on emploie la lumière centrale ou la lumière oblique.

une de leurs conditions si les efforts faits pour les rendre applicables à toutes ne les a pas rendus médiocres dans tous les cas.

Ce qu'il y a de mieux comme correction, c'est de pouvoir s'en passer, et c'est un des grands avantages des objectifs homogènes, comme je l'ai dit ; si les covers employés s'écartaient trop de la moyenne, on pourrait essayer d'améliorer l'image par un faible allongement de tube pour un cover trop mince, et réciproquement. Les opticiens indiquent généralement l'épaisseur de couvre-objet pour laquelle leurs objectifs à monture fixe sont corrigés.

Milieux de la préparation. — Les milieux de la préparation ont la plus grande influence sur la formation de l'image, mais on ne peut dire que, d'une façon générale, ils produisent des aberrations proprement dites. C'est presque toujours en étudiant le même objet préparé dans des milieux différents que l'on arrive à élucider sa structure.

Au point de vue qui nous occupe, nous ne retiendrons que ce fait : c'est que l'ouverture utilisable d'un objectif ne pourra jamais dépasser l'ouverture maximum correspondant à l'indice minimum des substances traversées par la lumière dans son parcours entre le condensateur et l'objectif. Ainsi, si l'on emploie un objectif de 1,30 sur des préparations à sec, l'ouverture utilisable de cet objectif ne pourra dépasser 1,00, indice de réfraction de l'air.

Il n'y a guère à tenir compte de cette restriction que pour l'emploi de l'objectif dans la lumière oblique (1), car dans la lumière centrale l'objectif, n'utilisant que le tiers de son ouverture, fonctionnera toujours correctement.

Résumé pratique. — En résumé, pour l'emploi le plus avantageux des objectifs qu'il achètera, le micrographe devra s'attacher à observer les points suivants :

---

(1) Dans ce cas, et notamment pour la résolution des Diatomées dans la lumière très oblique, on perd presque tous les avantages de la grande ouverture, et l'objectif de 1,40 ne donne rien de plus qu'un objectif théorique de 1,00. Il faut donc, pour utiliser ainsi les objectifs puissants, employer des préparations dans des milieux dont l'indice de réfraction soit le plus élevé possible pour joindre aux avantages de l'ouverture ceux qui résultent de la différence entre les indices de la réfraction du milieu ou de l'objet d'où dépend la visibilité de cet objet.

1° Donner toujours au tube du microscope la longueur pour laquelle les objectifs sont corrigés, $0^{m},160$ pour le tube court, $0^{m},250$ pour le tube long, comptés depuis l'endroit où se visse l'objectif jusqu'à la tranche supérieure du tube;

2° Employer de préférence des objectifs à sec et à immersion dans l'eau, montés à correction à partir de 0,75 d'ouverture (environ 100° dans l'air). Si la graduation de la correction n'est pas établie en épaisseur de couvre-objet, demander la relation entre ces deux mesures à l'opticien ;

3° Avec des objectifs homogènes, toutes les fois que l'on veut utiliser des pinceaux marginaux étendus, unir optiquement la lentille supérieure du condensateur à la préparation avec un liquide d'indice au moins égal à celui de médiums d'immersion (de préférence ce dernier), et n'employer que des préparations montées dans un médium d'indice analogue;

4° Employer ces objectifs avec l'aide d'un condensateur suivant les prescriptions qui vont suivre.

CHAPITRE III

De l'éclairage

La question de l'éclairage du microscope est généralement très sommairement traitée dans les traités élémentaires de micrographie ; elle n'est cependant pas aussi simple qu'elle en a l'air *a priori*, surtout lorsque l'on emploie un condensateur et une lumière artificielle.

Ce sont surtout les difficultés du bon emploi de la lumière artificielle qui ont fait négliger, par beaucoup de micrographes, ce puissant moyen d'éclairage que beaucoup ont déclaré inutilisable, faute d'avoir appris à s'en servir.

L'emploi rationnel des condensateurs est encore moins connu, et un petit nombre de micrographes se rendent un

compte exact de ce qu'il y a au juste à attendre de cet accessoire. Nous allons essayer d'exposer clairement et succinctement ces divers points.

a. Conditions générales de l'éclairage. — Dans tout appareil optique la marche des rayons lumineux peut être considérée comme réciproque. Ce principe, appliqué à la marche des rayons éclairants, permet une analyse simple et facile des principes de l'éclairage du microscope par la lumière transmise, seul point que nous envisagerons ici.

Le problème à résoudre consiste à : *Amener les rayons lumineux émanant d'une source de lumière donnée à converger sur l'objet sous un angle donné;* nous le transformerons en celui-ci : *Chercher les conditions dans lesquelles tous les rayons d'un pinceau émanant de l'objet sous un angle donné iront rencontrer une source de lumière donnée.* Car, si un rayon de lumière émanant d'une source lumineuse atteint l'objet, en le considérant en sens inverse, il part de l'objet et atteint la source lumineuse en subissant toutes les modifications dépendant des appareils divers placés sur son passage.

b. Achromatisme de l'éclairage. — Ce que nous venons de formuler pour un rayon composé est vrai pour ses composants. Si tous les rayons colorés émanant d'un point de l'objet rencontrent la source lumineuse, l'éclairage de ce point sera achromatique ; il serait au contraire coloré d'une couleur complémentaire à celle des rayons qui ne rencontreraient pas la source lumineuse.

Et cela est vrai, indépendamment de toute considération relative aux appareils modifiant la marche des rayons lumineux et, notamment, des condensateurs.

c. Conditions particulières de l'éclairage. — Deux cas sont à envisager :

1° *La source lumineuse a des dimensions relativement limitées.* — Supposons que les rayons du pinceau partant de l'objet aient un angle d'ouverture α assez petit pour ne pas dépasser les limites du miroir MM′ et pour que leur prolongement SS_1 passant librement à travers la fenêtre FF′ aille se perdre dans un ciel uniformément bleu (*fig.* 1). Il est évident que dans ce cas la source lumineuse est relativement indéfinie. Il est non moins évident que, si les

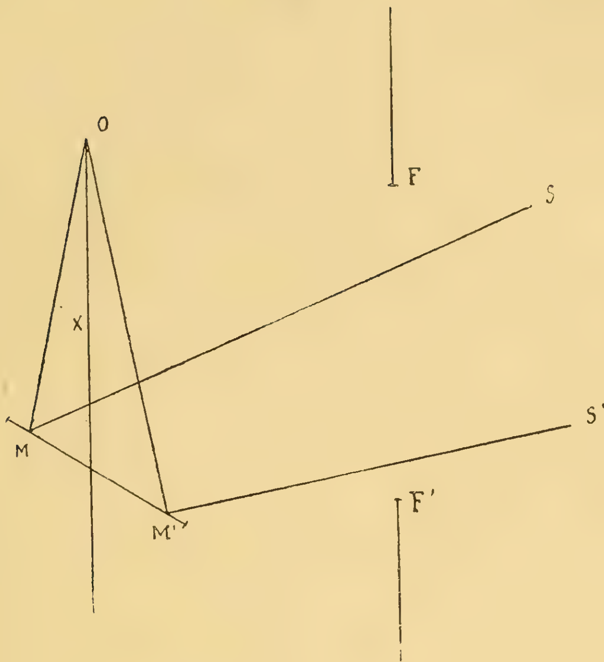


Fig. 1.

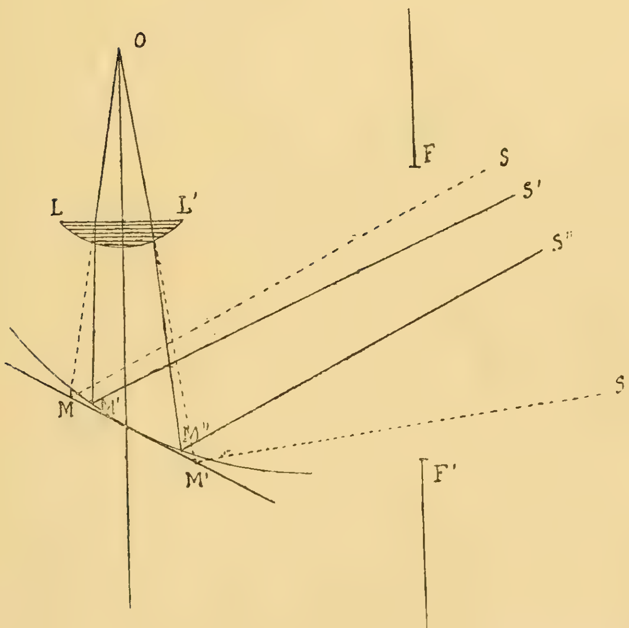


Fig. 2.

rayons OM et OM′ partent toujours de l'objet dans la même direction, quelles que soient les modifications que leur direction aura ultérieurement à subir, l'effet produit sera le même. A l'inspection de la figure 2 on voit que, dans ce cas, l'interposition sur le trajet des rayons de la lentille LL′ et du miroir courbe MM′, à la place du miroir plan MM′, n'a eu d'autre effet que de changer les conditions dans lesquelles la lumière de la source illimitée EF′ est utilisée, mais nullement le résultat final.

Donc, toutes les fois que la source de lumière peut être considérée comme illimitée pour une amplitude d'éclairage donnée, aucun appareil, miroir concave ou condensateur quelconque, ne donnera un effet différent de celui que donne le miroir plan, qui n'est, en somme, qu'un transmetteur chargé de changer la direction des rayons incidents.

Il ne faudrait pas croire que ce cas soit une hypothèse théorique, il est au contraire fréquent ; il se produit toutes les fois que, le microscope se trouvant devant une fenêtre largement ouverte sur un horizon suffisamment vaste *et le ciel étant sans nuages*, on emploie des objectifs dont l'angle total d'ouverture est inférieur à 30° (n° 1 de Nachet, A de Zeiss et numéros au dessous), ou toutes les fois que dans les mêmes conditions on n'utilise, au moyen de diaphragmes appropriés, que le tiers de l'ouverture des objectifs moyens.

Mais, lorsque la source lumineuse est limitée, il n'en est plus du tout de même, et nous nous trouvons dans de tout autres conditions.

2° *La source lumineuse est limitée.* — C'est le cas général de toute observation sérieuse. Il se produit soit, parce que la source est réellement limitée par elle-même : le soleil, un nuage blanc, une lampe, etc. ; soit parce que le miroir plan qui la transmet et l'infléchit est trop petit pour recevoir tout le cours des rayons émanant de l'objet.

Dans ce cas il faut, au moyen d'un appareil optique, rapprocher les rayons émanant de l'objet pour les amener à aller rencontrer la source lumineuse. Cet appareil est le condensateur.

La nature du condensateur variera suivant l'angle de

convergence que l'on voudra donner finalement aux rayons.

Le miroir concave est un condensateur simple mais imparfait ; nous avons vu qus son angle d'ouverture est d'environ 30°. Il suffira donc pour tous les cas où un angle supérieur ne sera pas nécessaire, et où, pour de petits angles, une mise au foyer rigoureuse ne sera pas requise. Tel qu'il est dans tous les microscropes, il est suffisant pour l'emploi des objectifs faibles et moyens pour l'observation directe, mais son emploi présente de sérieux inconvénients dans la photomicrographie.

Toutes les fois que l'amplitude du pinceau éclairant dépassera 30°, ce qui est la limite inférieure de l'emploi de ce que nous avons appelé un objectif puissant, le miroir concave ne suffira plus, et il faudra employer des condensateurs proprement dits. Nous allons étudier le cas le plus général : l'emploi d'un condensateur avec une source de lumière limitée telle que celle d'une lampe à pétrole.

b. Emploi du condensateur. — L'emploi du condensateur découle des principes que nous avons posés plus haut. Il faut et il suffit que les rayons traversant cet appareil arrivent à la source lumineuse. Cela est vrai quels que soient ces rayons, qu'ils soient colorés ou non, d'où il résulte qu'en principe il n'est nullement nécessaire que le condensateur soit achromatique pour que l'éclairage le soit. Il n'est nullement nécessaire non plus qu'il soit aplanétique ; nous verrons plus loin quelle est l'influence de ces deux facteurs.

Le condensateur étant, en somme, un appareil optique convergent forme en un point donné du trajet de rayons lumineux une image réelle et réduite de la source lumineuse ; tous les rayons passant par la source passeront par son image. Il suffit donc, pour que l'objet soit éclairé, que le pinceau émergent passe par l'image de la source lumineuse formée par le condensateur.

Or, si nous disposons le condensateur de manière que l'image de la source lumineuse soit formée dans le plan de l'objet lui-même, il est bien évident que, pour que la condition précitée soit remplie, il faut que l'objet soit placé sur l'image de la source lumineuse.

En cet endroit du cône lumineux l'intensité de la lumière sera d'ailleurs maximum. En outre, l'objet coïncidant véritablement avec une source de lumière, tous les phénomènes accessoires de diffraction seront éliminés. Quant à l'achromatisme de l'éclairage, il suffira, pour qu'il soit obtenu, que l'objet coïncide avec la partie blanche de l'image de la source. L'achromatisation du condensateur est surtout utile en ce qu elle agrandit d'autant les dimensions utilisables de l'image de la source lumineuse. Cette image étant généralement fort petite, son agrandissement est souvent nécessaire, notamment dans la photomicrographie.

Sans entrer dans des explications longues et compliquées, on comprendra que, toutes choses égales d'ailleurs, l'éclairage sera d'autant meilleur que l'image de la source lumineuse sera plus nette ; donc le résultat sera amélioré si le condensateur est aplanétique, s'il est bien centré et s'il fonctionne dans les conditions pour lesquelles les courbures de ses lentilles sont calculées, c'est-à-dire pour le cas où les rayons entrant dans sa lentille inférieure sont sensiblement parallèles.

Mais il ne faut pas s'exagérer la valeur du gain que l'on peut réaliser en recherchant toutes ces conditions ; un décentrage plus ou moins manifeste du condenseur et une plus ou moins grande convergence des rayons admis sont sans grande influence sur le résultat ; dans la pratique courante, on peut négliger ces petits points de détail.

Réglage pratique de la lumière. — Des considérations exposées ci-dessus il résulte que l'on devra opérer ainsi qu'il suit pour régler vite et bien la lumière dans le microscope :

1° Munir l'instrument d'un objectif faible, et, après avoir centré, s'il y a lieu, le condensateur, éclairer sommairement l'instrument avec le miroir plan, et mettre l'objet au point ;

2° Monter ou descendre le condensateur jusqu'à ce qu'une image de la source lumineuse soit vue quelque part dans le champ ;

3° Amener cette image à coïncider avec l'objet, ce qui se fera soit en déplaçant la lampe, si c'est une lampe dont il s'agit. Si c'est une source que l'on ne peut déplacer, un

nuage, un écran ou le soleil, on obtient la coïncidence par des déplacements du miroir ;

4° Remplacer l'objectif faible par l'objectif fort dont on veut se servir, et remettre l'objet au point. S'il n'est plus au centre, on l'y ramène et on déplace de même l'image de la source lumineuse ;

5° Enlever l'oculaire et regarder dans le tube l'image de l'ouverture, ramener au moyen d'un diaphragme l'image du pinceau lumineux à occuper environ le tiers de l'ouverture totale.

Si l'on emploie une lampe, elle doit avoir une mèche plate, et la flamme doit être tournée de manière à se présenter au miscroscope de profil et non de face.

Lorsque l'éclairage est ainsi réglé, on obtient le maximum d'effet : le champ présente une image allongée plus ou moins nette de la flamme, sur laquelle se détache l'objet brillamment éclairé. Si, au lieu d'une lampe, on a une surface étendue et uniformément éclairée comme le ciel bleu, on met au foyer le condensateur en amenant dans le champ l'image d'objets éloignés, arbres, cheminée, etc., et on tourne ensuite un peu le miroir pour les faire disparaître.

c. Diffusion de la lumière. — Si l'objet est trop grand pour pouvoir être superposé à l'image de la flamme fournie par le condensateur, ou si, pour des observations courantes, on désire avoir un champ uniformément éclairé, on peut opérer de deux façons.

Le cône éclairant a ses dimensions minimum à l'endroit où se forme l'image de la source ; plus on s'éloigne de ce point, plus la section de ce cône s'élargit, plus aussi l'éclat de la lumière diminue.

En mettant le condensateur hors du foyer, on fera disparaître l'image nette de la flamme, et en même temps on répandra la lumière sur un champ de plus en plus étendu.

En principe, il vaut mieux monter le condenseur que le descendre, mais souvent on ne le peut pas. On le baissera alors d'autant plus que l'on voudra un éclairage plus faible et plus répandu.

D'ailleurs, si on a bien compris ce que nous avons dit au sujet de la marche des rayons, on comprend que, quelle que soit la position du condenseur, l'éclairage est toujours

formé par un pinceau ayant l'objet comme sommet et s'écartant sous un angle donné ; il est donc *toujours convergent*, quels que soient l'appareil employé et sa disposition. Il n'est jamais ni parallèle ni divergent, comme le disent quelques traités.

Ce qui varie, quand on abaisse le condensateur, c'est le degré de convergence ou d'ouverture puisque, l'objet étant dans une partie plus large du cône, un certain nombre de rayons qui atteignaient cet objet ne l'atteignent plus. Si l'on veut rétablir l'ouverture primitive du pinceau éclairant, on en sera quitte pour agir sur le diaphragme.

Dans beaucoup de cas cependant, notamment quand le condenseur est relié à la préparation par un liquide d'immersion, on ne peut descendre ce condenseur sous peine de voir couler l'immersion. Pour agir sur les rayons lumineux il faut alors interposer une lentille accessoire qui se place généralement entre la lampe et le miroir. On l'appelle d'habitude *loupe d'éclairage*. — Son bon placement est assez difficile et demande quelquefois d'ennuyeux tâtonnements quand on ne le fait pas avec méthode. Voici comment il convient d'opérer.

Le réglage de la loupe d'éclairage nécessite généralement assez de tâtonnements. Cela tient à ce que ces loupes fortement convexes introduisent de telles aberrations dans la marche des rayons lumineux qu'une image de la source lumineuse n'est plus perceptible. C'est d'ailleurs ce que l'on cherche puisque le but de leur emploi est d'obtenir un large champ éclairé.

On opérera donc ainsi qu'il suit :

1° Ayant placé la lampe à environ $0^m,25$ à $0^m,30$ du miroir, on centrera et on mettra la flamme au foyer, comme il a été dit plus haut ;

2° Cela fait, et la loupe d'éclairage étant placée à peu près au foyer de la flamme, on centrera cette loupe en se servant de l'image plus ou moins nette fournie par sa monture ;

3° Par de légers mouvements de la loupe dans sa monture on recherchera l'uniformité d'éclairage de champ.

Ces conditions sont assez difficiles à remplir lorsque la loupe, comme c'est souvent le cas, est tout à fait indépen-

dante de la lampe. Le moindre mouvement inconsidéré fait perdre tout le bénéfice du travail exécuté jusqu'alors. En outre, il y a généralement un réglage assez difficile à faire lorsque l'on veut passer de l'éclairage central à l'éclairage oblique.

Le réglage de la lumière devient au contraire relativement facile lorsque la loupe est réunie à la lampe par une monture spéciale, pourvu que les articulations soient disposées de manière à passer dans des sens bien définis, par exemple à droite et à gauche, en haut et en bas ; la main mesure alors le sens et la valeur des mouvements exécutés, et opère en conséquence. Les loupes montées sur les lampes par des articulations à boule sont aussi difficiles à bien régler que si elles étaient isolées.

La lampe la plus commode à ce sujet est celle de Beck (1) où les mouvements de la loupe ont la flamme elle-même pour centre. Les commodités d'une pareille lampe compensent largement le supplément de prix nécessité par son acquisition.

d. Intensité de l'éclairage. — Les sources lumineuses ont une intensité variable, qu'il peut être important de modifier, surtout de diminuer lorsque leur éclat est de nature à fatiguer la vue.

Quand il n'y a pas d'inconvénient à réduire l'ouverture, on a là un moyen aussi simple que facile de réduire à volonté l'intensité de la lumière. Mais on s'expose à perdre ainsi une partie des avantages de l'objectif employé. Le véritable moyen à employer consiste à interposer sur le passage des rayons lumineux des verres plus ou moins fortement colorés en bleu. Certaines lampes à cheminée métallique munie de deux fenêtres garnies de lames de verre mobiles de la dimension d'un porte-objet ordinaire se prêtent très bien à la réception de ces verres colorés. Il est encore plus commode que ces verres colorés sous forme de rondelles puissent être placés dans la monture du condensateur. Les plus récents condensateurs Abbe construits par la maison Zeiss sont ainsi disposés. Lorsque la profondeur

(1) M. Vérick construit un modèle analogue.

de l'anneau porte-diaphragme n'est pas suffisante pour recevoir une rondelle de verre, outre le diaphragme, on peut employer des rondelles de gélatine colorée que tout le monde peut fabriquer et qui n'ont qu'une épaisseur insignifiante.

e. Lumière oblique. — Les indications données plus haut pour le réglage de la lumière centrale ne sont plus applicables pour la lumière oblique, surtout lorsque le degré d'obliquité du pinceau devient considérable, comme c'est le cas pour la résolution des tests difficiles.

Il faut alors procéder par tâtonnements.

Après avoir correctement réglé la lumière centrale, on excentre peu à peu le diaphragme, de manière à ne pas perdre la lumière dans le champ regardant dans le tube, on ramène après chaque mouvement de diaphragme son ouverture à être éclairée en déplaçant légèrement soit le miroir, soit, ce qui vaut mieux, la lampe.

Il ne faut pas oublier non plus qu'à mesure qu'on emploie des zones de plus en plus excentriques du condensateur le foyer change et qu'il faut monter légèrement cet appareil si les conditions de l'immersion le permettent.

Dans la résolution des tests par la lumière oblique on ne saurait apporter trop de soins au bon réglage de la lumière. Il m'a été soumis pas mal d'objectifs avec lesquels leurs propriétaires ne pouvaient pas obtenir les résultats annoncés par les opticiens qui les leur avaient vendus, et qui cependant, bien maniés, les donnaient à la limite de leur pouvoir résolvant. Lorsque l'on veut tirer d'un objectif TOUT ce qu'il peut donner, la moindre erreur dans les conditions d'éclairage est à éviter, car elle a une influence souvent absolument péremptoire.

La lumière oblique se règle d'une façon précise et facile dans les instruments anglais ou américains construits sur le principe de Zentmayer, et dans lesquels un condensateur L à angle petit ou moyen peut tourner autour de l'objet lui-même *o* pris comme centre. Une lentille hémisphérique L′ placée sous l'objet et optiquement réunie au porte-objet par un liquide d'immersion recueille sans déviation sensible les rayons convergents sortis du condensateur L,

quelle que soit l'inclinaison de ce dernier sur l'axe xy du microscope (voir *fig.* 3).

Je ne fais que signaler ici cette disposition théoriquement et pratiquement parfaite du système d'éclairage. Elle nécessite des instruments spéciaux munis de platines très minces, toutes dispositions brillamment réalisées dans les beaux microscopes de Zentmayer et de Ross qui sont tout naturellement désignés à ceux qui veulent obtenir de cet instrument toutes les délicatesses d'images qu'il est susceptible de donner, mais qui, comme tous les grands modèles anglais, sont peu pratiques pour un travail courant et des études sur des préparations non complètement terminées.

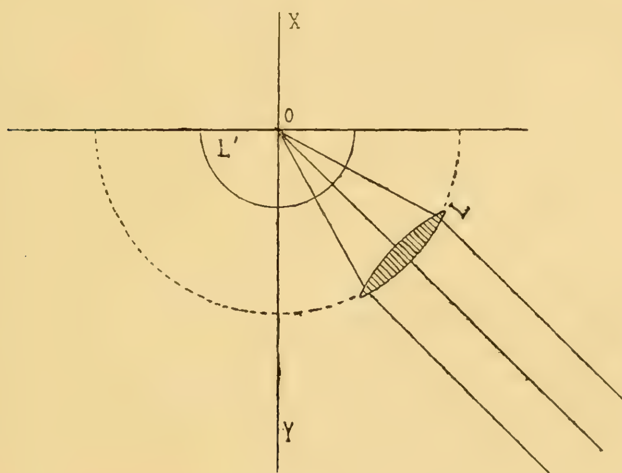


Fig. 3.

f. Emploi des pinceaux de grande amplitude. — Nous avons vu, dans ce qui précède, que, pour obtenir des images nettes avec les objectifs actuels, l'ouverture du pinceau éclairant ne devait pas dépasser le tiers de l'ouverture de l'objectif employé. Il est cependant un cas où l'on peut justement profiter du manque de netteté produit par un très large pinceau éclairant, c'est lorsqu'il s'agit de découvrir de très petites parcelles colorées dispersées dans un milieu peu transparent, mais incolore, tels que des bacilles colorés dans des mucosités à peu près incolores qui les dissimulent. Dans ce cas, les images fournies par

ces mucosités disparaîtront dans un très large pinceau éclairant, les oppositions de couleur subsisteront, et la présence des microorganismes sera révélée. Ce n'est là, au fond, qu'un procédé d'analyse microscopique et non une étude proprement dite, mais en cette qualité il peut rendre des services qu'il peut être bon d'utiliser à un moment donné.

g. Eclairage à fond noir. — Pour terminer, je dirai un mot de l'éclairage à fond noir, bien qu'il soit d'un emploi difficile avec les objectifs à grande ouverture.

Si on emploie un pinceau éclairant assez oblique pour qu'il n'entre pas dans l'ouverture de l'objectif, aucun des rayons transmis directement par la source lumineuse n'arrivera à l'œil, et le champ du microscope sera obscur. Mais, si dans ce champ se trouvent des particules ou objets quelconques, elles pourront arrêter au passage ces rayons et en modifier la direction, de manière à ce qu'ils pénètrent dans l'objectif. En d'autres termes, l'objet rayonnera comme s'il était lumineux par lui-même, et l'on aura une image éclairée sur fond noir.

Au lieu d'employer un pinceau latéral étroit donnant peu de lumière, on emploie un large pinceau conique émanant d'une zone périphérique du condensateur, le centre étant marqué par un diaphragme spécial.

Il faut évidemment que ce diaphragme central soit assez grand pour éliminer tous les rayons qui entreraient dans l'ouverture de l'objectif employé.

Cet éclairage, qui donne des effets très beaux sur les sujets qui s'y prêtent, n'est guère employé qu'avec les objectifs faibles ou moyens.

Je bornerai là cette étude de l'éclairage, réservant, s'il y a lieu, pour un autre article, ce qui est relatif à la photomicrographie. Il me suffira de dire ici que, dans ce cas, les conditions d'achromatisme et d'aplanétisme négligeables dans l'observation ordinaire prennent une grande importance et doivent être prises en considération.

MYXOSPORIDIES PARASITES DES MUSCLES
CHEZ QUELQUES CRUSTACÉS DÉCAPODES

Par F. HENNEGUY et P. THÉLOHAN (1)

(avec la planche IV)

I. — Considérations générales

La présence des Myxosporidies n'a jusqu'ici été signalée que très rarement chez les Invertébrés. Lieberkühn en a décrit dans la *Naïs proboscidea;* M. Balbiani, dans la *Tortrix viridana* (**1**). Tout dernièrement enfin Korotneff (**12**) a désigné sous le nom de *Myxosporidium bryozoïdes*, un parasite qu'il a observé dans un Bryozoaire, l'*Alcyonella fungosa* et qu'il regarde comme une Myxosporidie, opinion qui, d'après sa description, semble absolument justifiée, bien qu'il n'ait pas mis complètement hors de doute la présence dans la spore d'une capsule polaire, et qu'il n'ait pas constaté la sortie d'un filament.

A cela se réduisent, à notre connaissance, les faits relatifs à l'existence de Myxosporidies chez les Invertébrés. Dans ces conditions, la présence, chez certains Crustacés, de parasites de cet ordre appartenant à un type spécial nous semble offrir quelque intérêt au point de vue de l'histoire générale des Myxosporidies. De même le siège de ces parasites au sein des fibres musculaires constitue une singularité sur laquelle nous croyons devoir attirer l'attention.

---

(1) Travail du Laboratoire de M. le professeur Balbiani au Collège de France.

Pendant longtemps on a cru que le système musculaire partageait avec le système nerveux le privilège d'échapper à l'envahissement de ces Sporozoaires. Ce fait était presque considéré comme un caractère des Myxosporidies, et MM. Balbiani et Bütschli, dans leurs ouvrages classiques (**2**, **4**), le mentionnaient comme une particularité remarquable de la distribution de ces parasites dans les organes de leurs hôtes.

Jamais, en effet, on n'avait signalé de Myxosporidies dans le tissu musculaire proprement dit. On savait bien qu'elles pouvaient envahir le tissu conjonctif intermusculaire et même le tissu conjonctif interposé aux faisceaux d'un muscle : c'est dans ces conditions que J. Müller (**13**) les avait rencontrées, en 1841, dans les muscles de l'œil du Brochet. Mais jamais on n'avait observé l'invasion de l'élément musculaire du faisceau primitif lui-même. D'un autre côté, on connaissait des organismes voisins que l'on n'avait trouvés que dans les muscles des Vertébrés, au sein du tissu contractile, et que M. Balbiani avait réunis en un groupe de valeur égale à celui des Myxosporidies, sous le nom de Sarcosporidies (**2**). Aussi quand dans les muscles d'un animal on rencontrait un Sporozoaire parasite, était-il tout naturel de le considérer comme une Sarcosporidie, dès lors qu'il ne présentait pas de caractères saillants ou facilement appréciables affirmant ses affinités avec un autre groupe.

Henneguy (**8**), en 1888, ayant découvert dans les muscles du *Palæmon rectirostris* et du *P. serratus* l'un des organismes qui font l'objet de ce travail, fut ainsi amené à le considérer comme une Sarcosporidie, et le décrivit comme tel, tout en ayant soin d'insister sur les rapports qu'il lui semblait présenter, à cause de la structure de ses spores, avec des Sporozoaires appartenant à des groupes différents, les Myxosporidies et les Microsporidies.

En 1891, Thélohan émit une manière de voir à peu près identique au sujet de deux parasites rencontrés dans les muscles de certains Poissons, *Callionymus lyra*, *Cottus scorpius* (**17**).

A la même époque, Garbini (**6**) trouva dans les muscles de *Palæmonetes varians* récoltés dans les environs de

Vérone un Sporozoaire très voisin de celui du *Palœmon rectirostris*. Il se présentait sous forme de vésicules allongées, en forme de fuseau, renfermant chacune huit spores piriformes. Les *Palœmonetes* infestés offrent la même opacité et le même aspect crayeux que les Palémons. L'auteur n'a pu observer les premières phases du développement de ce parasite qu'il regarde comme une Sarcosporidie.

Dès 1890, L. Pfeiffer (**15**, **16**) avait publié ses belles observations sur la Myxosporidie du Barbeau. Il avait reconnu que dans l'épidémie meurtrière qui sévit souvent sur ce Poisson, si les tumeurs et les ulcérations sanieuses caractéristiques de la maladie sont dues, comme on le savait déjà, à une Myxosporidie, le siège de celle-ci n'est point le tissu conjonctif, mais bien la fibre musculaire elle-même.

En 1892, Thélohan (**18**) a constaté dans les spores du parasite de l'Épinoche découvert par Gluge (**7**), en 1838, et auquel il a donné le nom de *Glugea microspora*, l'existence d'une capsule polaire à filament spiral; un peu plus tard il a pu également retrouver cet élément dans la spore des parasites qu'il avait signalés, en 1891, dans les muscles du Cotte et du Callionyme.

La question de la véritable nature de ces organismes se trouvait dès lors nettement tranchée: ce n'étaient ni des Sarcosporidies, ni des types de passage entre celles-ci et les autres groupes, mais bien de véritables Myxosporidies. Cette observation, confirmant et étendant celle de Pfeiffer relativement à la possibilité de l'infection du tissu musculaire par les organismes de cet ordre, nous fit désirer vivement de reprendre l'étude du parasite du Palémon.

Il existe, en effet, entre les spores des parasite du Cotte et du Callionyme et celles du parasite du Palémon une ressemblance telle qu'il nous semblait fort probable que, chez ce dernier comme chez les autres, nous pourrions constater dans la spore la présence d'une capsule à filament. L'événement ne tarda pas à justifier cette hypothèse.

En effet, nous eûmes bientôt l'occasion d'étudier un *Crangon vulgaris* qui présentait l'opacité caractéristique de l'infection musculaire, et nous constatâmes que ses muscles étaient envahis par un parasite très voisin de celui du

Palémon. Nous devions ce Crangon infesté à l'obligeance de M. le professeur Giard, à qui nous sommes heureux d'adresser nos meilleurs remerciements.

Nous avons pu dans ce cas étudier le développement des spores et découvrir dans celles-ci la présence d'une capsule (*fig.* 25). Depuis nous avons fait la même observation sur le parasite du Palémon (*fig.* 5, 7, 8).

Ces organismes sont donc bien des Myxosporidies.

Le présent travail a pour objet les résultats de nos recherches à leur sujet.

Nous y joindrons une étude, malheureusement bien incomplète, d'un Sporozoaire très voisin que nous avons rencontré dans les muscles de l'Écrevisse (**11**). N'ayant pas réussi à nous procurer des matériaux frais, nous n'avons pu constater la présence d'une capsule dans les spores ; toutefois nous croyons, sans pourtant l'affirmer absolument, qu'il s'agit dans ce cas encore d'une Myxosporidie.

Dans l'étude de ces parasites, nous avons eu recours à la dissociation et à la méthode des coupes.

La dissociation des muscles infestés, faite dans un liquide indifférent ou fixateur (acide osmique à 1 0/0, liquide de Ripart et Petit), permet de reconnaître certains faits mieux qu'on ne pourrait le faire par l'étude des meilleures coupes, mais cette dernière méthode est indispensable pour établir le siège du parasite et surtout pour suivre les différentes phases de son évolution.

Parmi les fixateurs dont nous avons fait usage, les meilleurs résultats nous ont été donnés par le liquide de Flemming, puis par le liquide de Perenyi ou le sublimé. Comme colorants, le violet de gentiane employé suivant la méthode de Gram et Bizzozero et la safranine nous ont fourni les préparations les plus démonstratives. Cette dernière substance, employée d'après la méthode récemment exposée par Henneguy (**9**), présente une électivité et une ténacité bien précieuses pour l'étude du développement, où nous avions affaire aux phénomènes les plus complexes de la vie cellulaire, et cela dans des éléments dont la petite taille rendait l'observation extrêmement difficile. On sait qu'avec cette méthode on est obligé de laisser les coupes séjourner pendant un temps assez long dans

l'essence de girofle : dans le cas présent surtout, la difficulté d'obtenir une décoloration satisfaisante des spores mûres nous forçait parfois à prolonger beaucoup ce séjour. Il se produisait souvent alors à la surface de la coupe de petits amas de cristaux groupés en étoiles dont la présence était très gênante pour l'étude ultérieure des préparations. Après quelques tâtonnements, nous avons trouvé un moyen très simple de faire disparaître ces cristaux sans nuire en rien à la coloration des coupes. Il consiste à laver celles-ci alternativement avec du chloroforme et de l'essence de bergamote jusqu'à ce que les cristaux aient disparu, ce qui a lieu, le plus souvent, après le premier passage dans les deux liquides.

II. — **Myxosporidies du Palémon et du Crangon**

Nous réunirons l'étude de ces deux parasites, bien qu'ils présentent entre eux des différences suffisantes pour qu'on doive, croyons-nous, les regarder comme deux espèces distinctes.

Toutefois leurs analogies sont telles qu'il y a intérêt à rapprocher la description de leurs caractères en un tableau d'ensemble : de cette façon nous éviterons de fastidieuses redites, et nous pourrons plus clairement mettre en lumière les rapports et les différences qu'offrent entre eux ces deux organismes.

Le premier a été signalé, en 1888, par Henneguy qui l'avait trouvé en abondance dans les *Palœmon rectirostris* des marais salants du Croisic et dans un *Palœmon serratus* provenant de Concarneau (**8**). Depuis nous avons eu l'occasion de l'observer de nouveau à Roscoff et au Croisic dans des individus de cette dernière espèce ; il y semble cependant bien moins répandu que dans le *Palœmon rectirostris*, chez lequel, du moins dans les marais salants du Croisic, il est d'une fréquence extrême.

Quant au parasite du Crangon, nous ne l'avons observé qu'une seule fois, chez un *Crangon vulgaris* provenant de Boulogne.

Qu'il s'agisse de l'un ou de l'autre parasite, les individus infestés présentent un signe qui les fait aisément reconnaître. Leur transparence a disparu et a fait place à une coloration d'un blanc très légèrement jaunâtre, rappelant l'aspect de la craie ou de la porcelaine. Cette opacité et cette coloration sont limitées aux parties envahies par la Myxosporidie et varient par conséquent d'étendue avec le degré de l'infection.

Dans les cas très atténués ou tout à fait au début, on ne voit que quelques stries blanches dans un ou plusieurs anneaux de l'abdomen, d'autres fois un ou deux de ceux-ci seulement sont blancs et opaques; quand l'opacité est ainsi limitée à quelques anneaux, ce sont le plus souvent les premiers somites qui sont atteints: la marche de l'infection semble donc avoir lieu d'avant en arrière.

Enfin, dans les cas où la maladie atteint son maximum, l'animal tout entier devient opaque et revêt l'aspect crayeux. Toutefois, même chez ces individus, la transparence normale persiste toujours en un point du céphalothorax répondant au cœur et à l'estomac ; de plus, il est très fréquent d'observer la conservation de la transparence dans quelque partie des pattes ou des antennes.

Chez le Crangon, en raison de la transparence normalement moins parfaite et de la pigmentation plus accentuée du tégument, la modification de l'aspect extérieur est peut-être moins frappante, mais elle existe assez nettement pour permettre de reconnaître sans aucune difficulté les individus infestés.

En somme, cette opacité et cet aspect crayeux sont un signe constant et caractéristique de la présence des Myxosporidies dans les muscles de ces Crustacés.

D'ailleurs ce n'est pas seulement chez eux que les Myxosporidies produisent l'opacité et la coloration blanche des fibres musculaires qu'elles ont envahies. Il en est de même pour les Myxosporidies des muscles décrites par Thélohan chez le Cotte et le Callionyme et aussi dans la maladie myxosporidienne du Barbeau. En dehors des muscles enfin, ces parasites offrent aussi le plus souvent une coloration identique : kystes de *Glugea*, tumeurs des branchies, etc.

Outre ce changement d'aspect, les Palémons et Crangons infestés présentent une autre particularité digne d'attention : l'énergie de leurs mouvements est considérablement diminuée. Ce fait est assez facile à constater. Si, par exemple, dans un des ruisseaux des marais salants on vient, par un moyen quelconque, à effrayer les *Palœmon rectirostris* qui y vivent par petites troupes, on voit ces animaux quitter les herbes qui les abritaient et aller chercher un autre refuge. Quand dans une bande ainsi mise en fuite se trouvent des individus malades, on les reconnaît immédiatement à leur couleur blanche qui tranche sur le fond vaseux du ruisseau, et, pour peu que la disposition des herbes ou la poursuite de l'observateur forcent la troupe à aller chercher un peu loin son nouvel abri, on s'aperçoit bientôt que ces Palémons blancs perdent du terrain et restent bien en arrière des individus indemnes.

Un autre fait, déjà signalé par Henneguy, permet également de constater cette diminution de la puissance musculaire chez les Palémons malades. On sait avec quelle facilité les Crevettes sautent hors des vases où on les tient en captivité; or, si on place dans une cuvette des individus sains et des individus opaques, au bout de quelques heures les premiers sont à peu près tous dispersés autour du récipient, tandis que les seconds y sont encore tous ou n'ont réussi qu'à venir se coller aux parois de la cuvette, pour peu que la hauteur de celle-ci ait exigé des prisonniers un bond de quelque étendue pour arriver au dehors.

Quand on s'est rendu compte de l'intensité et de la généralisation à tout le système musculaire auxquelles arrive souvent l'infection, non seulement cette diminution de l'énergie des mouvements semble toute naturelle, mais on est véritablement surpris que ces Crustacés puissent se mouvoir encore avec une agilité relative, à l'aide de muscles réduits à un pareil état (*fig.* 1) et dans lesquels la masse du tissu musculaire est de beaucoup inférieure à celle du parasite.

Les individus malades ne résistent pas d'ailleurs pendant bien longtemps. Ils doivent tous succomber vers la fin de l'automne, car pendant l'hiver on n'en peut plus rencontrer un seul. Nous parlons ici encore du *P. rectirostris*, que seul

nous avons pu étudier à ce point de vue, grâce à la fréquence de la maladie dans cette espèce et aux conditions favorables à l'observation que crée son habitat dans les ruisseaux des marais salants.

Le moment où l'on trouve le plus d'individus infestés et où l'infection est portée chez eux à son maximum est la fin de l'été : du 15 juillet à la fin d'août environ. Pendant le mois de septembre leur nombre commence à diminuer ; cette diminution s'accentue en octobre : à partir du 15 novembre on n'en rencontre plus un seul, et cela jusque vers le 15 mars ou les premiers jours d'avril, où la maladie commence à réapparaître.

Les circonstances ne nous ont pas permis de faire des observations analogues au sujet du *Palœmon serratus* et du *Crangon vulgaris*. Il est toutefois bien probable que pour eux les choses se passent comme pour le *P. recit-rostris ;* on verra plus loin que, étant donnée l'époque à laquelle nous avons fait cette observation, l'état dans lequel nous avons rencontré notre parasite chez le Crangon constitue une forte présomption en faveur d'une marche identique de l'infection.

Malheureusement toutes nos tentatives d'infection expérimentale sont restées infructueuses. Des *Palœmon rectirostris* indemnes, nourris pendant des mois, tant en 1888 qu'en 1892, avec des débris d'individus malades, et soumis ensuite à l'examen microscopique le plus minutieux, ne nous ont jamais présenté la moindre trace du parasite. Cette année, des Caridines (*Caridina Desmaresti*) nourries 71 jours avec des muscles de Crangon infesté sont également demeurées réfractaires.

Ehrenbaum (5) a signalé chez le *Crangon vulgaris* l'existence assez fréquente d'individus qui présentent un aspect spécial. Ils se font remarquer par une coloration plus pâle : le ton verdâtre de leur couleur normale a disparu ; ils sont plus opaques. Ces individus semblent considérablement affaiblis et, si on les sort de l'eau, ils meurent plus vite que les animaux à coloration normale. L'auteur a remarqué que parmi eux on ne rencontre jamais de femelles dont l'abdomen porte des œufs.

L'aspect particulier de ces individus rappelle beaucoup

ce que nous avons observé chez les Crustacés infestés par les Myxosporidies. De plus, bien que nos recherches n'aient pas été dirigées dans ce sens, nous avons également observé que jamais parmi les Palémons malades il ne se trouvait de femelles chargées d'œufs. Peut-être s'agit-il là d'un nouvel exemple de ces phénomènes si remarquables, mis en lumière par M. le professeur Giard et désignés par lui sous le nom de Castration parasitaire.

On a vu plus haut qu'un examen macroscopique même assez superficiel permet déjà de soupçonner que la cause de l'opacité des Crevettes malades réside dans les masses musculaires, et que la conservation de la transparence au niveau du cœur, de l'estomac et des autres organes thoraciques, peut faire prévoir le défaut d'infection des tissus autres que le tissu musculaire.

C'est ce que l'examen microscopique permet de vérifier facilement en montrant, même chez les animaux où l'opacité est la plus généralisée, l'absence constante du parasite dans les divers organes, tube digestif, glandes, appareil sexuel, système nerveux, etc.

Si, au contraire, on porte sous le microscope un fragment de muscle blanc et opaque, on constate, dans le tissu, la présence d'éléments étrangers dont il est facile de reconnaître la nature parasitaire. En effet, en examinant à un faible grossissement un fragment musculaire dilacéré ou légèrement comprimé, on aperçoit immédiatement, à côté de faisceaux primitifs normaux, bien reconnaissables à leur striation, des espaces allongés, parallèles à ces faisceaux, et présentant un aspect spécial. Ces espaces, examinés à la lumière transmise, tranchents ur le tissu normal, translucide, par leur opacité ; ils semblent remplis par une substance particulière et apparaissent finement granuleux.

Leurs dimensions se rapprochent de celles des faisceaux primitifs : ils présentent seulement un diamètre transversal un peu plus considérable. Leur nombre varie avec l'intensité de l'infection; séparés par une étendue considérable de tissu sain dans les cas peu accentués, ces espaces opaques se touchent les uns les autres dans les cas d'infection générale, où l'on découvre à peine çà et là quelques faisceaux normaux.

On pourrait croire, au premier abord, que chacune de ces productions est constituée tout entière par une masse parasitaire interposée aux fibres primitives. En réalité il n'en est rien, et un examen plus approfondi, à l'aide de grossissements plus forts, permet de reconnaître que chacun des espaces granuleux dont nous avons parlé répond à un faisceau primitif dont l'aspect normal est profondément modifié par la présence entre ses fibrilles d'éléments particuliers de nature parasitaire.

Ces éléments consistent en petites sphères dont le diamètreest environ de 10 μ chez les *P. rectirostris* et *P. serratus* et de 14 μ chez le *Crangon*. Ces petites sphères peuvent se présenter sous différents états comme on le verra plus loin. Elles sont interposées aux fibrilles qui se trouvent ainsi écartées et comme dissociées, d'où une légère augmentation des dimensions transversales du faisceau primitif.

Les fibrilles d'ailleurs ne présentent pas le plus souvent d'altération sensible.

Quelquefois pourtant, probablement lorsqu'une grande quantité d'éléments parasitaires a amené un écartement trop considérable des fibrilles et que l'élasticité de celles-ci a été mise ainsi à trop rude épreuve, elles peuvent se rompre, ainsi que nous l'avons constaté plusieurs fois sur des coupes. Mais, dans ces conditions même, leur striation demeure extrêmement nette, et nous n'avons jamais observé ici de dégénérescence comparable à celle que produisent les Myxosporidies des muscles chez le Callionyme ou le Barbeau.

Comme nous l'avons dit, le nombre des faisceaux infestés est très variable. Dans les cas intenses, presque tous peuvent être envahis : c'est surtout sur des coupes transversales des muscles qu'on se rend bien compte de la proportion souvent énorme des faisceaux qui renferment le parasite (*fig.* 1 et 3). La figure 1, par exemple, qui est la représentation à un faible grossissement d'une coupe transversale de l'abdomen entier d'un *P. rectirostris*, permet de se faire une idée de l'intensité de l'infection. Dans cette figure, faite d'après une préparation à la safranine, les masses parasitaires qui, comme nous le verrons, retiennent plus fortement cette matière colorante, apparaissent comme

un pointillé rouge; les faisceaux normaux présentent une teinte rose.

Un simple coup d'œil jeté sur cette figure permet de constater que, dans cette coupe, les éléments musculaires envahis par le parasite offrent une surface bien plus considérable que les éléments intacts.

En présence de semblables préparations, on est véritablement étonné que l'énergie musculaire ne soit pas complètement anéantie chez les animaux malades.

Si, au lieu de considérer des coupes transversales des muscles, on examine des coupes longitudinales, on voit alors le parasite, sous forme de traînées interposées aux fibrilles qui, comme nous l'avons vu, ont conservé leurs caractères normaux (*fig.* 2 et 4 Palémon, *fig.* 9 Crangon).

Maintenant que nous connaissons le siège exact de nos organismes et la nature de la maladie à laquelle donne lieu leur présence, nous allons exposer leurs caractères et les faits que nous avons pu établir concernant leur évolution.

Quand Henneguy, en 1888, a signalé l'existence du parasite des muscles du Palémon, il l'avait toujours trouvé au même état, sous forme de vésicules remplies de spores, et n'avait pu observer les premiers stades du développement ni la formation des spores.

Depuis nous avons pu combler en partie cette lacune, non sur le même organisme, mais sur le parasite du Crangon.

C'est sur ce dernier que nous avons observé les faits que nous rapportons ici, relativement aux premières phases de l'évolution et à la formation des spores.

Nous avons dit que ces organismes se présentent sous forme de petites sphères interposées aux fibrilles du faisceau primitif. Chez le Crangon, elles mesurent environ 14 μ de diamètre.

Dans le stade le plus jeune que nous ayons rencontré, la petite sphère est constituée par un protoplasma très transparent, à peine granuleux, un peu réfringent. Ce plasma est entouré d'une membrane d'enveloppe très mince, très transparente, qui résiste à l'action de la potasse. Au centre est un noyau assez volumineux, souvent visible à l'état frais (*fig.* 10), mais devenant beaucoup plus net après l'action des réactifs.

Ces petites sphères ne représentent évidemment pas le premier stade du développement. Quelle est leur origine, et par quelle série de phases évolutives ces éléments se relient-ils à l'élément primordial qui tire son origine de la spore? C'est ce que nous n'avons pu établir.

Quant à leur signification morphologique, nous la discuterons plus tard, à propos des rapports de cette espèce avec les autres Myxosporidies. Pour le moment, continuons l'exposé de nos observations et revenons aux petites sphères plasmiques, munies d'une enveloppe et d'un noyau.

Ce dernier présente d'abord la structure typique d'un noyau au repos : il possède une membrane bien nette, et la chromatine peut y affecter des dispositions différentes : tantôt il y a un grain chromatique beaucoup plus gros que les autres, tantôt une quantité variable de grains plus petits et à peu près égaux, tantôt enfin cette substance paraît refoulée contre la membrane et présente çà et là des parties plus épaisses (*fig.* 10).

A un stade ultérieur on observe dans ce noyau une modification remarquable.

La chromatine s'est disposée en filaments, puis la membrane a disparu et le noyau revêt la disposition connue sous le nom de peloton chromatique.

Bientôt les filaments du peloton s'orientent et forment une plaque équatoriale très nette (*fig.* 11). Puis cette plaque va se dédoubler, et l'on voit se former deux noyaux filles (*fig.* 12).

Il s'agit donc là d'une véritable karyodiérèse. Nous n'avons pas réussi à voir nettement les filaments achromatiques ; cela tient sans doute, d'une part, à la taille assez petite des éléments, et d'autre part aussi, croyons-nous, à la nature et aux propriétés optiques particulières du protoplasma.

La division indirecte du noyau chez les Myxosporidies a d'ailleurs été déjà signalée par Thélohan qui, l'ayant rencontrée dans des espèces où les dimensions plus grandes des éléments rendaient l'observation plus facile, avait pu retrouver le processus karyodiérétique dans son intégrité avec les figures achromatiques parfaitement nettes (**19**).

Après la division du noyau, le plasma ne tarde pas à se

diviser à son tour et, dans l'enveloppe de la sphère primitive, on observe alors deux petites masses nucléées distinctes (*fig.* 13). Chacune de celles-ci devenant le siège des mêmes phénomènes de division, on arrive à un stade IV (*fig.* 14) auquel une nouvelle bipartition fait bientôt succéder un stade VIII (*fig.* 17 et 18).

Ces divisions ne semblent pas s'accomplir très rapidement et, entre les différents stades, les noyaux ont le temps de revenir tout à fait à l'état de repos (*fig.* 14).

Plus tard, quand se prépare une nouvelle division, on voit leur volume augmenter et la chromatine prendre à leur intérieur la disposition spéciale qui précède la formation du peloton (*fig.* 15).

En résumé, nous avons maintenant, contenus dans l'enveloppe de la sphère primitive, huit petits corps plasmiques pourvus de noyaux que l'on peut considérer comme autant de cellules. Leur disposition dans l'enveloppe n'a rien de régulier (*fig.* 17 et 18), leur forme même n'est pas constante et varie avec leur arrangement. En général leur figure se rapproche de celle d'un tronc de pyramide.

Chacune de ces cellules va donner naissance à une spore, et à un stade suivant nous trouvons dans l'enveloppe huit de ces éléments (*fig.* 19).

L'enveloppe a conservé ses dimensions primitives (14 μ de diamètre environ) ; elle est tout à fait transparente, très mince, bien qu'on lui reconnaisse facilement un double contour. Quand on la regarde de manière à la voir en coupe optique, on reconnaît qu'elle présente en certains endroits des épaississements bien marqués, au nombre de deux le plus souvent (*fig.* 19 et 20, *a*).

Dans cette enveloppe sont contenues huit spores qui n'affectent pas de disposition régulière et qui d'ailleurs sont loin d'occuper toute la cavité (*fig.* 19).

Ce stade représente la dernière phase de l'évolution du parasite au sein du tissu musculaire de son hôte. C'est seulement sous cette forme que nous avons pu observer le parasite des Palémons (*fig.* 4).

Ce dernier diffère de celui du Crangon par sa taille plus petite : l'enveloppe n'a que 10 μ de diamètre ; nous n'y avons pas observé d'épaississements comme chez l'autre

espèce ; elle présente par ailleurs la même transparence, la même résistance à l'action de la potasse et une épaisseur à peu près égale. Elle renferme également huit spores disposées sans ordre et libres dans la cavité dont elles n'occupent qu'une partie.

Les spores ont beaucoup d'analogies dans les deux espèces : dans l'une et l'autre ce sont de petits corps piriformes, assez réfringents, avec une vacuole claire occupant la grosse extrémité.

Toutefois elles présentent quelques différences. Celles du parasite du Crangon (*fig.* 23 à 25) offrent des dimensions plus considérables : leur grand axe mesure de 5 à 6 μ ; il n'en compte que 3 à 4 chez le Palémon. De plus dans les premières la petite extrémité est beaucoup plus aiguë que dans les autres.

Ces spores possèdent une enveloppe remarquable par sa résistance aux agents chimiques, comme les spores de toutes les Myxosporidies. Celles du Crangon présentent des stries longitudinales très fines (*fig.* 24). Nous n'avons pu constater si cette enveloppe est constituée par deux valves accolées.

Nous avons dit, au début de ce travail, comment nous avons été amenés à reprendre l'étude de ces spores par la pensée que peut-être elles renfermaient une capsule polaire comme les spores de *Glugea* avec lesquelles elles présentent une si grande ressemblance.

Comme pour ces dernières, en observant les spores de nos parasites avec les plus forts grossissements, il est impossible à l'état frais de distinguer à leur intérieur rien qui permette de soupçonner l'existence de cet élément ; on y voit seulement la vacuole claire au niveau de la grosse extrémité, le reste apparaît plus sombre et semble occupé par une substance réfringente et homogène.

Cependant, au voisinage de la petite extrémité, on distingue quelquefois comme une tache claire (*fig.* 23) ; cet aspect est dû, croyons-nous, à la capsule polaire, mais il est trop exceptionnel et trop peu net pour qu'on puisse en tirer une conclusion relativement à l'existence de celle-ci.

En étudiant des spores sur des coupes, après l'action des colorants, on n'est pas plus avancé. Si l'on a employé

la safranine ou le violet de gentiane qui sont les colorants qui nous ont semblé les meilleurs pour l'étude de ces organismes, on observe deux aspects différents suivant le degré de décoloration que l'on a atteint. Quand la décoloration a été peu accentuée, toute la partie antérieure de la spore est fortement colorée, seule la vacuole claire de la grosse extrémité demeure incolore.

Si, au contraire, on pousse la décoloration aussi loin que possible, il reste seulement dans la spore quelques grains colorés situés en avant de la vacuole; on peut quelquefois en distinguer deux ou trois, mais le plus souvent ils semblent confondus, et on observe seulement à ce niveau une petite bande colorée qui semble constituée par des granules accolés dont le nombre est impossible à déterminer.

Cet aspect est d'ailleurs tout à fait identique à celui qui a été décrit par Thélohan dans les spores de la *Glugea*, et ne peut rien faire préjuger relativement à l'existence d'une capsule polaire.

Dans ces conditions le seul moyen de constater l'existence de celle-ci était d'arriver à provoquer la sortie du filament.

Nous essayâmes d'abord l'action de l'eau iodée qui nous avait très bien réussi (**18**) pour les spores de la *Glugea* et du parasite du *Cottus*. Ce réactif ne nous donna ici aucun résultat. Il nous permit seulement de nous assurer que la vacuole claire, comme dans les organismes que nous venons de citer, ne se colore point par l'iode.

Nous employâmes alors et sans succès les agents qui, chez les grandes formes de Myxosporidies, font facilement sortir le filament spiral : la potasse, la soude, la glycérine, la chaleur, l'acide acétique, l'acide formique, etc. Enfin, par l'action de l'acide nitrique ou de l'acide chlorhydrique, nous sommes parvenu à constater la sortie d'un long filament au niveau de la petite extrémité, comme dans la *Glugea* (*fig.* 25, *a*, *b*).

Toutefois, même par ce moyen, cette sortie est difficile à provoquer, et nous ne l'avons observée qu'un très petit nombre de fois, malgré des efforts répétés dans ce but. A notre grand étonnement cette méthode échoua complètement

pour les spores du parasite des Palémons, comme d'ailleurs tous les autres réactifs que nous avons cités plus haut.

Sur les conseils de notre éminent maître, M. le professeur Balbiani, nous eûmes alors recours à l'éther dont il avait eu l'occasion de constater l'efficacité sur les spores de certaines Myxosporidies.

Et en effet, en traitant par ce liquide les spores du parasite du Palémon, nous avons obtenu la sortie d'un filament. Ce moyen permet d'observer le phénomène avec une netteté parfaite et très facilement, car il agit avec rapidité et sur un très grand nombre de spores.

Un fait digne de remarque, c'est que celles du parasite du Crangon se montrent absolument réfractaires à son action. Le filament qui sort de la spore atteint de 15 à 20 μ chez le parasite du Crangon, et de 40 à 50 μ chez celui du Palémon. Le plus souvent, ce filament se déroule complètement (*fig.* 25, *b; fig.* 7, 8), mais quelquefois il reste après sa sortie en partie enroulé et se montre sous forme d'un peloton irrégulier à la partie antérieure de la spore (*fig.* 5, *b; fig.* 25). On peut colorer le filament déroulé par des couleurs d'aniline, entre autres par le violet 5B, et le rendre ainsi encore plus apparent.

Le fait que la sortie du filament ne se produit chez nos parasites que par l'action d'un réactif particulier et différent pour chacun d'eux malgré leurs affinités si marquées ne nous semble pas la particularité la moins intéressante de leur histoire.

Nous avons dit plus haut que chaque spore dérivait de l'une des huit petites masses nucléées que renferme à un moment donné l'enveloppe primitive.

Malheureusement la formation de la spore aux dépens de la petite masse plasmique est presque impossible à suivre en détail, à cause des dimensions trop exiguës de ces éléments; aussi nos observations à ce sujet se réduisent-elles à bien peu de chose. Cependant, nous avons pu constater une disposition particulière qui est, croyons-nous, en rapport avec la formation de la capsule polaire. On sait, en effet, que Thélohan, en étudiant le développement des spores chez les Myxosporidies, a reconnu que les capsules polaires se forment par un processus qui offre beaucoup d'analogie

avec celui décrit par Bedot (3) pour la formation des nématocystes. Il se forme d'abord au sein du plasma une vacuole claire, puis dans cette vacuole on voit proéminer une sorte de bourgeon plasmique qui est l'origine de la capsule. Ces faits sont relativement faciles à constater sur les grandes spores de certaines Myxosporidies. Ici il n'en est pas de même, mais nous avons vu souvent, au cours du développement des spores, apparaître au sein du plasma des formations représentées dans les figures 21 et 22. Leur aspect rappelle tout à fait certaines phases du développement des capsules dans les autres espèces, et nous croyons qu'il faut les considérer comme appartenant au processus formatif de ces éléments, dont l'existence dans les spores de nos parasites est démontrée par la présence d'un filament spiral. On observe, en effet, souvent au sein de la petite masse plasmique, qui deviendra la spore, et au voisinage du noyau, un espace clair, arrondi, dans lequel fait saillie un petit bourgeon plasmique.

Toutefois il s'agit ici d'éléments si petits que cette observation est extrêmement délicate et que nous avons dû forcément schématiser un peu ces figures.

Enfin nous n'avons pu ici, probablement pour la même raison, retrouver les faits constatés par Thélohan chez les grandes formes, relativement à la division du plasma, au nombre des noyaux, etc.

On rencontre assez fréquemment des spores de dimensions plus considérables que les autres et présentant un étranglement. A première vue on est tenté de se demander s'il ne s'agirait pas là d'une phase de division. De semblables productions sont d'ailleurs assez fréquentes aussi chez la *Glugea* et chez les Microsporidies dont les spores offrent tant de ressemblance avec celles de nos parasites.

Chez les Microsporidies, elles ont été vues par M. Pasteur (14) qui les avait considérées comme des *corpuscules* en voie de division. M. Balbiani, qui les a étudiées avec soin, les considère au contraire comme résultant de malformations. C'est également notre manière de voir à l'égard de ces spores chez nos Myxosporidies des Crustacés et chez la *Glugea*.

D'ailleurs, si l'on considère la figure 20 qui représente

une vésicule à spores du parasite du Crangon, on reconnaît bien vite que c'est la seule interprétation que l'on puisse admettre. On voit en effet dans cette vésicule quatre spores normales (*s*) et deux éléments plus volumineux (*b*) étranglés vers leur partie médiane et présentant des extrémités atténuées, semblables à la petite extrémité des spores normales; l'aspect de ces éléments, leurs dimensions font penser à deux spores soudées par leur grosse extrémité; on ne peut plus guère conserver de doutes à cet égard si l'on considère qu'en supposant ces spores séparées on retrouve dans la vésicule le nombre typique de ces éléments. Il s'agit donc en réalité de deux spores qui, par suite d'un accident survenu au cours de leur développement et par un processus que nous n'avons pu suivre, ont contracté une adhérence intime au niveau de leur grosse extrémité, le point où s'est fait cette soudure restant marqué par un étranglement. Le nombre limité des spores dans chaque vésicule rendait ici la constatation de ce fait bien plus facile que dans la *Glugea* et les Microsporidies, où, comme on le sait, chaque vésicule renferme des spores en nombre bien plus considérable et non constamment le même.

Tels sont les résultats auxquels nous a conduits l'étude des parasites des muscles des Palémons et du Crangon. Leur véritable nature ne fait aucun doute; ce sont bien des Myxosporidies. Il nous reste à rechercher quels sont parmi leurs caractères ceux qui leur sont communs avec les autres espèces de cet ordre et ceux au contraire qui leur sont spéciaux et les distinguent des organismes voisins.

Un fait surtout est à remarquer dans ce que nous avons pu observer : c'est l'absence de *masses plasmiques*. On sait que l'on désigne sous ce nom ce qui constitue en réalité la Myxosporidie, ce qui représente sa phase végétative et d'accroissement; ce sont de petits amas de protoplasma, tantôt mobiles, tantôt immobiles, au sein desquels on voit à un moment donné se différencier de petites masses de protoplasma munies d'un noyau et d'une enveloppe; ces éléments, par un processus très compliqué décrit déjà par Thélohan, donnent naissance à des spores; on les désigne sous le nom de *sporoblastes* (Balbiani, Bütschli).

Nous ne pouvons reproduire ici l'exposé de ces faits observés chez d'autres espèces ; nous avons voulu seulement rappeler brièvement quelques caractères généraux des Myxosporidies dont la notion est utile pour saisir les particularités des parasites qui font l'objet de ce travail.

Chez eux, nous n'avons pu rien découvrir qui ressemble à la masse plasmique des autres Myxosporidies, ni observer un élément quelconque que nous puissions considérer comme son équivalent morphologique ou physiologique.

Tant que nous n'avions trouvé ces organismes qu'à l'état de maturité (vésicules sporifères), cette absence pouvait à la rigueur s'expliquer par une transformation complète en sporoblastes d'une masse plasmique qui aurait ainsi disparu ou dont il n'aurait persisté que d'insignifiants vestiges à ce moment de la vie du parasite.

Mais, maintenant qu'il nous a été donné d'observer des phases bien plus précoces du développement, cette hypothèse nous semble peu admissible.

On a vu que nous n'avons jamais rencontré nos parasites que sous forme de petites sphères dont le contenu finit par se transformer en huit spores. Quelle est la nature de ces éléments ? Il faut, croyons-nous, les considérer comme répondant, tant au point de vue morphologique qu'au point de vue physiologique, aux *sporoblastes* des autres espèces. Leur constitution, leur évolution ne nous paraissent pas permettre d'autre manière de voir.

Ces sporoblastes donnant naissance à huit spores forment une transition entre les *sporoblastes oligospores* des grandes espèces qui ne donnent ordinairement que deux spores, et les *sporoblastes polyspores* de la *Glugea*, qui en produisent un nombre considérable et inconstant.

Mais d'où viennent ces sporoblastes ? S'ils sont nés, comme c'est la règle, au sein d'une masse de protoplasma, qu'est devenu celui-ci ? Il semble, nous le répétons, bien difficile d'admettre qu'il a disparu ; dans toutes les autres espèces connues, il reste toujours un reliquat plasmique considérable, même dans les Myxosporidies dont l'évolution semble achevée et dans lesquelles on ne trouve même plus de jeunes sporoblastes, mais seulement des spores entièrement mûres.

Or ici nous avons rencontré des sporoblastes tout à fait jeunes et au stade le plus simple de leur développement (petites sphères à un seul noyau). Mais autour d'eux il n'existait pas la moindre trace de protoplasma non employé.

Faut-il admettre l'existence d'une masse plasmique qui se serait transformée complètement en sporoblastes ? On peut évidemment défendre cette manière de voir; aucun fait cependant ne vient à son appui, et elle a le tort grave de s'écarter beaucoup de ce que l'on connait du développement des autres espèces.

En somme, nous devons avouer qu'il y a là dans l'histoire de nos parasites un point que nos recherches n'ont pas élucidé, et l'état sous lequel ils se présentent constitue une particularité curieuse qui, du moins en apparence, établit entre eux et les autres Myxosporidies une importante distinction.

Leurs spores les rapprochent indubitablement de la *Glugea* et des parasites des muscles du *Callionymus* et du *Cottus*. Le nombre des spores dans chaque sporoblaste les différencie de ces trois organismes.

L'absence de masse plasmique les éloigne de la *Glugea* et de la Myxosporidie du Callionyme.

Ce fait les rapproche au contraire du parasite du *Cottus*. Celui-ci, en effet, se présente sous forme de petits kystes sphériques ou sporoblastes mesurant en moyenne 15 à 18 μ de diamètre. Ces petites sphères, entourées d'une mince enveloppe transparente, sont disposées sans ordre et interposées aux fibrilles. Elles renferment des spores mûres ou en voie de formation. Dans cet organisme non plus, il n'y a pas de masse plasmique.

C'est donc avec lui que les affinités des parasites des Crustacés sont les plus marquées.

III. — Myxosporidie de l'Ecrevisse

Nous avons rencontré dans les muscles de l'Écrevisse un organisme très voisin des précédents. Malheureusement les circonstances ne nous ont pas permis d'en faire une étude complète, et nos observations à son sujet se réduisent, comme on va le voir, à un bien petit nombre de faits. Néanmoins nous croyons devoir les publier ici à cause de l'intérêt que présente le rapprochement de ce parasite avec ceux du Palémon et du Crangon.

Grâce à l'obligeance de M. Contejean, à qui nous sommes heureux d'adresser ici nos remerciements, nous avons eu à notre disposition des fragments de muscles d'une Écrevisse provenant du département du Doubs et pêchée en 1890. Ces fragments nous ont été remis dans l'alcool, après fixation par le liquide de Fol ; nous n'avons donc pu constater leurs caractères à l'état frais, mais M. Contejean a bien voulu nous donner quelques indications à ce sujet. Ces muscles étaient, à l'état frais, blancs et opaques, comme ceux des Palémons et des Crangons malades. Cette opacité chez l'Écrevisse est plus difficile à observer à cause de l'épaisseur du test, mais on la constate facilement en examinant la face inférieure de l'abdomen. Les Écrevisses malades présentent une notable diminution de l'énergie musculaire, fait que M. Contejean a pu établir nettement au moyen du myographe.

La maladie a sévi avec intensité sur ces Crustacés pendant plusieurs années dans le département du Doubs et a amené la mort d'un très grand nombre d'individus. Elle semble avoir maintenant disparu.

N'ayant pu nous procurer des matériaux frais, notre étude est forcément incomplète. Ainsi, par exemple, nous n'avons pu constater dans les spores la présence d'une capsule à filament. Toutefois les faits que nous avons observés indiquent entre ce parasite et ceux que nous venons d'étudier des rapports tellement marqués que nous croyons qu'il s'agit ici encore d'une Myxosporidie.

Les coupes du muscle ont à peu près le même aspect que dans le Palémon ou le Crangon (*fig.* 26). On voit les fibrilles dissociées par des amas parasitaires qui, sur les coupes transversales, apparaissent comme un pointillé à coloration plus accentuée et qui sur les coupes longitudinales revêtent l'aspect de traînées irrégulières séparant les fibrilles qui ont conservé leur structure normale et dont la striation est demeurée parfaitement nette.

Ces amas parasitaires n'ont pas partout la même apparence : par endroits on n'observe que des spores. Celles-ci sont de petits corps ovoïdes dont le grand diamètre est de 2 à 3 μ. Elles se rapprochent donc beaucoup par leurs dimensions de celles du Palémon. Leur aspect est d'ailleurs le même, et elles présentent aussi une vacuole claire au niveau de la grosse extrémité (*fig.* 27, *b*).

Les spores sont tantôt libres, tantôt réunies par 8 dans une enveloppe commune comme dans le Palémon.

Sur d'autres points on observe, à côté des spores, de petites sphères plasmiques contenant un nombre variable de noyaux (*fig.* 26). Ce sont évidemment des phases jeunes du développement des spores, mais nous n'avons pu ici suivre le processus de cette formation comme nous l'avons fait dans le Crangon.

Malgré les lacunes que présente cette observation, elle nous semble offrir un certain intérêt. Elle ajoute, en effet, une espèce à la liste si peu nombreuse jusqu'ici des Invertébrés que peuvent infester les Myxosporidies.

De plus elle est appelée peut-être à prendre une importance pratique; ce parasite ne doit pas être spécial aux cours d'eau du Doubs et, étant donnée la mortalité considérable que sa présence a déterminée chez les Écrevisses de ce département, il est à présumer que cet organisme, ignoré jusqu'à ce jour, a joué un rôle dans la genèse de l'épidémie qui sévit depuis plusieurs années dans l'Est et qui a presque complètement détruit les Écrevisses de cette région.

En résumé :

1° Aux Invertébrés susceptibles d'être infestés par les Myxosporidies, il faut joindre le *Palæmon rectirostris*, le *P. serratus*, le *Crangon vulgaris* et l'*Astacus fluviatilis :*

2° Chez ces Crustacés, les Myxosporidies sont limitées aux muscles striés où leur présence n'amène pas de signes de dégénérescence ;

3° Ces parasites appartiennent à trois espèces très voisines, mais distinctes, pour lesquelles nous croyons devoir établir un nouveau genre voisin des *Glugea* et ainsi caractérisé :

G. THELOHANIA (1) (Henneguy). — *Spores piriformes avec une capsule polaire à la petite extrémité et à l'extrémité opposée une vacuole claire à contenu non colorable par l'iode. Sporoblastes ne donnant que 8 spores et à enveloppe persistant après la formation de celle-ci ; pas de masse plasmique proprement dite.*

Ce genre renferme actuellement trois espèces qui diffèrent surtout pour les dimensions des sporoblastes et des spores :

1. *Th. octospora* (Henneguy). — Muscles du *Palæmon rectirostris* et du *P. serratus*. — Le Croisic, Concarneau, Roscoff.

2. *Th. Giardi* (Henneguy). — Muscles du *Crangon vulgaris*. — Boulogne.

3. *Th. Contejeani* (Henneguy). — Muscles de l'Écrevisse. — Pontarlier.

---

(1) Lorsque j'ai découvert ce parasite chez les Palémons, son siège exclusif dans les muscles me l'avait fait considérer provisoirement comme une Sarcosporidie. Aujourd'hui que nous savons qu'il doit être rangé parmi les Myxosporidies, je dédie ce genre nouveau à mon ami et dévoué collaborateur, M. Thélohan, dont les travaux ont contribué puissamment à faire connaître la constitution des Myxosporidies.

F. HENNEGUY.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. Balbiani. — *Etudes sur la maladie psorospermique des vers à soie.* Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, t. III et IV, 1866, 1867.

2. Balbiani. — *Leçons sur les sporozoaires.* Paris, 1884.

3. Bedot. — *Recherches sur les cellules urticantes.* Recueil zoologique suisse, t. IV, 1887.

4. Bütschli. — *Sporozoa.* Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reich's. Bd. I. Protozoa.

5. Ehrenbaum. — *Zur Naturgeschichte von Crangon vulgaris*, Berlin, 1890.

6. Garbini. — *Contributo alla conoscenza dei sarcosporidi.* Rendiconti della R. Accad. dei Lincei, vol. VII, 1891.

7. Gluge. — *Tumeurs enkystées observées sur la peau des Epinoches (Gasterosteus aculeatus).* Bulletin de l'Académie des sciences de Belgique, t. V, 1838.

8. Henneguy. — *Note sur un parasite des muscles du Palæmon rectirostris.* Mémoires publiés par la Société philomathique à l'occasion du centenaire de sa fondation, 1888.

9. Henneguy. — *Sur la division cellulaire indirecte.* Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, XXVII, 1891.

10. Henneguy et Thélohan. — *Sur un Sporozoaire parasite des muscles des Crustacés décapodes.* Comptes rendus de l'Académie des sciences, juin 1892.

11. Henneguy et Thélohan. — *Sur un Sporozoaire parasite des muscles de l'Écrevisse.* Comptes rendus de la Société de Biologie, 30 juillet 1892.

12. Korotneff. — *Myxosporidium bryozoïdes.* Zeitschrift für wiss. Zoologie, Bd. LIII, 1892.

13. Müller (J.). — *Ueber eine eigenth. krankhafte parasitische Bildung mit specif. organis. Samenkorperchen.* Archiv für Anatomie und Physiologie, 1841.

14. Pasteur. — *Études sur la maladie des vers à soie.* Paris, 1870.

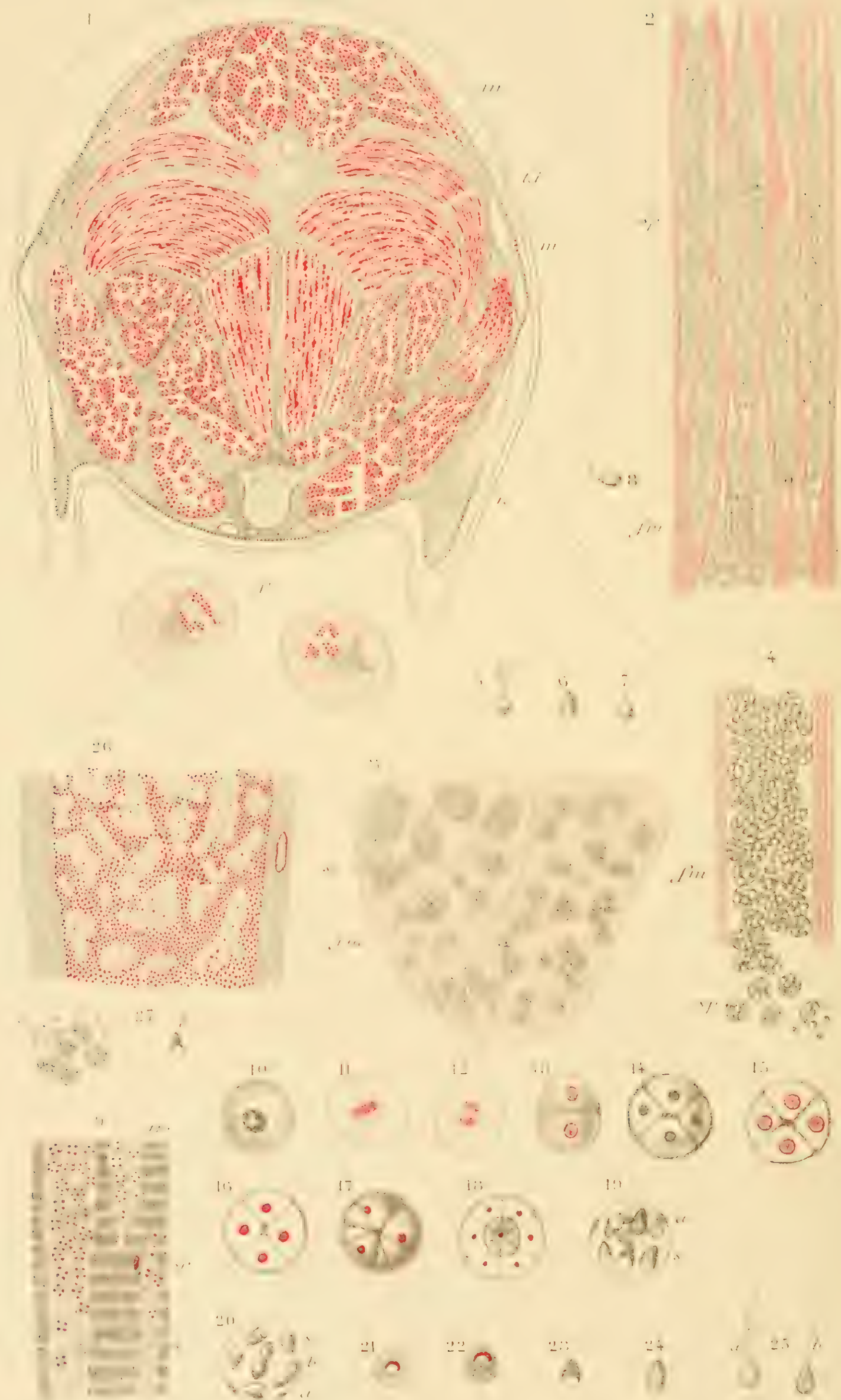
15. Pfeiffer (L.). — *Ueber einige neue formen von Miescherschen Schläuchen mit Mikro-myxo und sarco-sporidieninhalt.* Virchow's Archiv, Bd. CXXII, 1890.

16. Pfeiffer (L.). — *Die Protozoën als Krankheitserreger.* Iéna, 1892.

17. Thélohan. — *Sur deux Sporozoaires nouveaux parasites des muscles des Poissons.* Comptes rendus de l'Académie des sciences, janvier 1891.

18. Thélohan. — *Note sur la Glugea microspora.* Comptes rendus de la Société de Biologie, 1892.

19. Thélohan. — *Recherches sur le développement des spores chez les Myxosporidies.* Comptes rendus de l'Académie des sciences, novembre 1890.



F. Henneguy et P. Thélohan. del. E. Oberlin. lith

SPOROZOAIRES DES CRUSTACÉS DÉCAPODES

Imp. Ed. BRY, Paris

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV

Les figures 1 à 8 se rapportent au parasite du Palémon.
Les figures 9 à 26, à celui du Crangon.
Les figures 26 et 27, à celui de l'Ecrevisse.

Fig. 1. — Coupe transversale de l'abdomen entier d'un *Palæmon rectirostris* présentant une infection intense. — *id*, tube digestif. — *n*, chaîne nerveuse. — *m*, masses musculaires contenant des parasites qui apparaissent comme un pointillé rouge. — *p*, coupes des pattes.

Fig. 2. — Portion d'une coupe longitudinale d'un muscle montrant la dissociation des fibrilles (*fm*) par le parasite (*sp*).

Les fibrilles ont conservé leur aspect normal.

Fig. 3. — Coupe transversale d'un muscle. — *p*. parasite.

Fig. 4. — Une partie de la figure 2 à un plus fort grossissement. — *fm*, fibrilles à striation bien nette. — *sp*, sporoblastes contenant 8 spores.

Fig. 5, 6, 7 et 8. — Spores de la Myxosporidie du Palémon. — *Fig.* 6, état frais montrant la vacuole claire à la grosse extrémité. — *Fig.* 5, 7 et 8, spores traitées par l'éther. — *Fig.* 7 et 8, spores avec leur filament sorti et complètement déroulé. — *Fig.* 5, filament sorti et incomplètement déroulé.

Fig. 9. — Portion d'une coupe longitudinale d'un muscle de *Crangon vulgaris* infesté. — *fm*, fibrilles ayant conservé leur aspect normal. — *sp*, sporoblastes à divers stades de développement. — *s*, spores.

Fig. 10 à 22. — Différents stades du développement des spores.

Fig. 10. — Sporoblaste jeune.

Fig. 11. — Sporoblaste dont le noyau a perdu sa membrane et se présente sous l'aspect d'une plaque équatoriale.

Fig. 12. — Sporoblaste dont le noyau s'est divisé en deux.

Fig. 13. — Sporoblaste dont le plasma s'est divisé en deux petites masses munies chacune d'un noyau.

Fig. 14. — Sporoblaste au stade IV, à l'état frais.

Fig. 15. — Sporoblaste au stade IV, noyaux s'apprêtant à se diviser, augmentation de volume et changement dans la disposition de la chromatine.

Fig. 16. — Sporoblaste au stade IV, sur une coupe, noyaux à l'état de repos.

Fig. 17 et 18. — Sporoblastes au stade VIII, dispositions différentes des corps plasmiques. Le huitième sur la figure 18 n'a pas été représenté ; il se trouve caché par les autres.

Fig. 19. — Sporoblaste renfermant 8 spores mûres. — *a*, épaississements de l'enveloppe. — *s*, spores.

Fig. 20. — Sporoblaste renfermant 4 spores normales et 2 corps formés chacun par la soudure de deux spores au niveau de leurs grosses extrémités. — *b*, spores soudées. — *s*, spores normales. — *a*, épaississements de l'enveloppe.

Fig. 21 et 22. — Deux des petites masses plasmiques nucléées d'un sporoblaste au stade VIII. Le noyau a pris la forme d'un croissant. Au niveau de sa concavité on voit dans le plasma une vacuole claire. Dans la figure 22 une sorte de petit bourgeon plasmique fait saillie dans cette vacuole.

Fig. 23. — Spores de la Myxosporidie du Crangon. — Etat frais montrant la vacuole claire à la grosse extrémité et à la petite un point brillant qui répond à la capsule polaire.

Fig. 24. — Spore montrant la vacuole et les stries longitudinales de l'enveloppe.

Fig. 25. — Les mêmes spores après traitement par l'acide sulfurique. — *a*, filament incomplètement déroulé. — *b*, filament complètement déroulé.

Fig. 26. — Portion d'une coupe longitudinale d'un muscle d'Ecrevisse infesté.

Fig. 27. — Parasite de l'Ecrevisse. — *a*, spores libres et renfermées dans les sporoblastes. — *b*, une spore isolée plus grossie.

ÉTUDE SUR L'IMPORTANCE HYGIÉNIQUE

DE LA

VALEUR HYDROTIMÉTRIQUE DES EAUX POTABLES

JUGÉE AU POINT DE VUE MICROBIOLOGIQUE

PAR

LE Dr HENRI CLERICI (1)

Quelques récentes expériences de M. Miquel indiquées dans son *Manuel* (2) tendent à modifier l'opinion, formée particulièrement après les études de M. Meade Bolton, que « la qualité de l'eau et la proportion des substances organiques ou minérales qu'elle renferme paraissent indifférentes vis-à-vis de la multiplication des bactéries ». En effet M. Miquel, en étudiant dans différentes eaux le phénomène de la multiplication spontanée des microbes qu'elles contiennent, a trouvé que ce phénomène, qu'il appelle *auto-infection*, et la purification subséquente suivent dans les eaux *pures* une marche bien différente de celle qu'on observe dans les eaux *impures ;* de sorte qu'il en conclut que la caractéristique des eaux *pures* est leur *infection rapide et passagère*, tandis que chez les eaux *impures* l'infection est *lente et persistante*.

Nous sommes, en outre, redevables à M. Miquel d'un fait de haute importance, savoir : que l'eau distillée à basse température (à 30°), se trouvant dans des conditions qui ne permettent point le passage des matières qui y sont dissoutes, donne une eau absolument incapable de servir de milieu nutritif, même aux bactéries aquatiles ; c'est pour cela qu'il l'a, justement, appelée *eau infertile*, ce que M. Bolton

---

(1) Travail de l'Institut d'hygiène de l'Université royale de Pise.

(2) MIQUEL, *Manuel pratique d'analyse bactériologique de l'eau* et *Annuaire de l'Observatoire de Montsouris* pour 1888.

n'avait pas réussi à obtenir par des distillations réitérées à haute température.

Quelque minimes que soient les besoins de la vie pour les animalcules, ces faits nous prouvent, néanmoins, d'une manière évidente, comme étant l'opinion de M. Meade Bolton, que les microbes ne peuvent point vivre des simples éléments de l'eau, hydrogène et oxygène, mais qu'ils doivent y trouver encore d'autres substances.

En me fondant sur les observations de M. Miquel, j'ai voulu examiner le *degré hydrotimétrique* de l'eau, à savoir : si une quantité plus ou moins grande de sels de calcium et de magnésium, qui entrent dans des proportions non indifférentes dans la composition chimique des bactéries (1), favorise ou non les conditions d'existence des microbes dans l'eau. Et, en réfléchissant que les hygiénistes ne donnent aujourd'hui aucune importance au degré de crudité des eaux, pourvu que celui-ci réponde aux exigences de la vie domestique et industrielle, j'ai cru devoir examiner si l'attention de l'hygiéniste ne doit pas être attirée à juger de la crudité des eaux également au point de vue microbiologique.

J'ai réduit les conditions de mon problème à leur plus grande simplicité, me proposant d'examiner d'abord :

1° La marche du phénomène de l'*auto-infection* dans des eaux qui ne varient que dans leur degré de crudité, dû à différentes proportions de sels de calcium, et :

2° La marche du même phénomène lorsqu'on y ajoute une certaine quantité de substances organiques.

Il me faut de même compléter cette étude par d'autres recherches afin de connaître :

---

(1) Voici, d'après M. Mitscherlich, la composition des cendres de la levure de bière :

	Cendres de levure haute	Cendres de levure basse
Potasse.............	38,8 0/0	28,3 0/0
Acide phosphorique..	53,9	53,4
Chaux...............	1,	4,3
Magnésium..........	6,	8,1
Acide silicique.......	traces	

On ne possède point d'analyse très précise des cendres des microbes ; leur composition doit être cependant à peu près la même (Flugge). Brayer a trouvé dans les cendres du bacille de la pneumonie du phosphate de *calcium* et de *magnésium*, du sulfate et du chlorure de sodium.

3° Quelle influence peut avoir le degré de crudité sur la vie des microbes accidentels et particulièrement sur les microbes pathogènes, et :

4° Quelle est la marche des choses, lorsque la crudité est due à un excès de sels de magnésium; car, d'après les analyses de M. Mitscherlich, cette substance est un des éléments les plus importants qui entrent dans la composition chimique des bactéries.

Il était nécessaire, avant tout, de trouver pour mes recherches des échantillons d'eau qui ne variassent entre eux que dans leur valeur hydrotimétrique. Ne pouvant espérer d'obtenir cette condition avec des eaux naturelles, j'ai dû produire artificiellement les différents degrés de crudité dans une même qualité d'eau.

Voici comment j'ai obtenu cette crudité artificielle :

J'ajoutais à un litre d'eau un excès de carbonate de calcium et quelques gouttes d'une solution à 1 p. 100 d'acide chlorhydrique, savoir : autant qu'il en fallait pour dissoudre, sous forme de chlorure, une certaine quantité de chaux, afin d'augmenter la crudité permanente de l'eau. En même temps, il s'y dégageait de l'acide carbonique, lequel, mêlé à celui qui barbotait d'un appareil de Kipp, augmentait la crudité temporaire. L'eau filtrée, après cette opération, présentait dans sa composition un excès de chlorure et de bicarbonate de calcium. En prenant une eau très pauvre en sels terreux, j'ai pu obtenir des différences prononcées dans le degré de crudité, sans m'éloigner de beaucoup des limites de tolérance établies par l'hygiène. Ayant ainsi préparé deux échantillons, un d'eau naturelle, l'autre modifié dans son degré de crudité, je les infectais après les avoir stérilisés, avec une quantité égale d'eau naturelle non stérilisée, afin de les mettre dans les mêmes conditions, au point de vue de leur contenu bactérique.

Ne pouvant me servir de la chaleur, c'est-à-dire de la manière ordinaire pour stériliser les échantillons d'eau, par la raison que l'ébullition aurait produit une précipitation partielle de la chaux due à la fuite de l'acide carbonique, j'eus d'abord l'intention de me servir du filtre en porcelaine. Mais, ayant observé dans plusieurs essais que cette manière de stériliser, outre les difficultés techniques

qu'elle présente, nuisait beaucoup à la crudité temporaire par le passage de l'eau à travers le filtre, je recourus à la stérilisation par la vapeur et, pour empêcher les fuites d'acide carbonique, je versai le liquide dans des récipients en verre fermés à la lampe.

Après la stérilisation, je versais une partie (300 cm^3) des deux échantillons d'eau, dans des bouteilles qui venaient d'être stérilisées, de la forme de celles de Freudenreich, à goulot étroit, muni d'un capuchon rodé. De cette manière, les pertes causées par l'évaporation étaient réduites au minimum, tout en garantissant un libre échange d'air.

J'infectais chaque eau stérilisée avec 1 cm^3 d'eau de puits, dont je connaissais préalablement le contenu en microbes, et je la plaçais dans un lieu du laboratoire exposé au nord, à une température basse et à peu près égale pendant une longue période de temps.

Je me servais de l'eau qui restait pour déterminer son degré de crudité d'après la méthode de Clark.

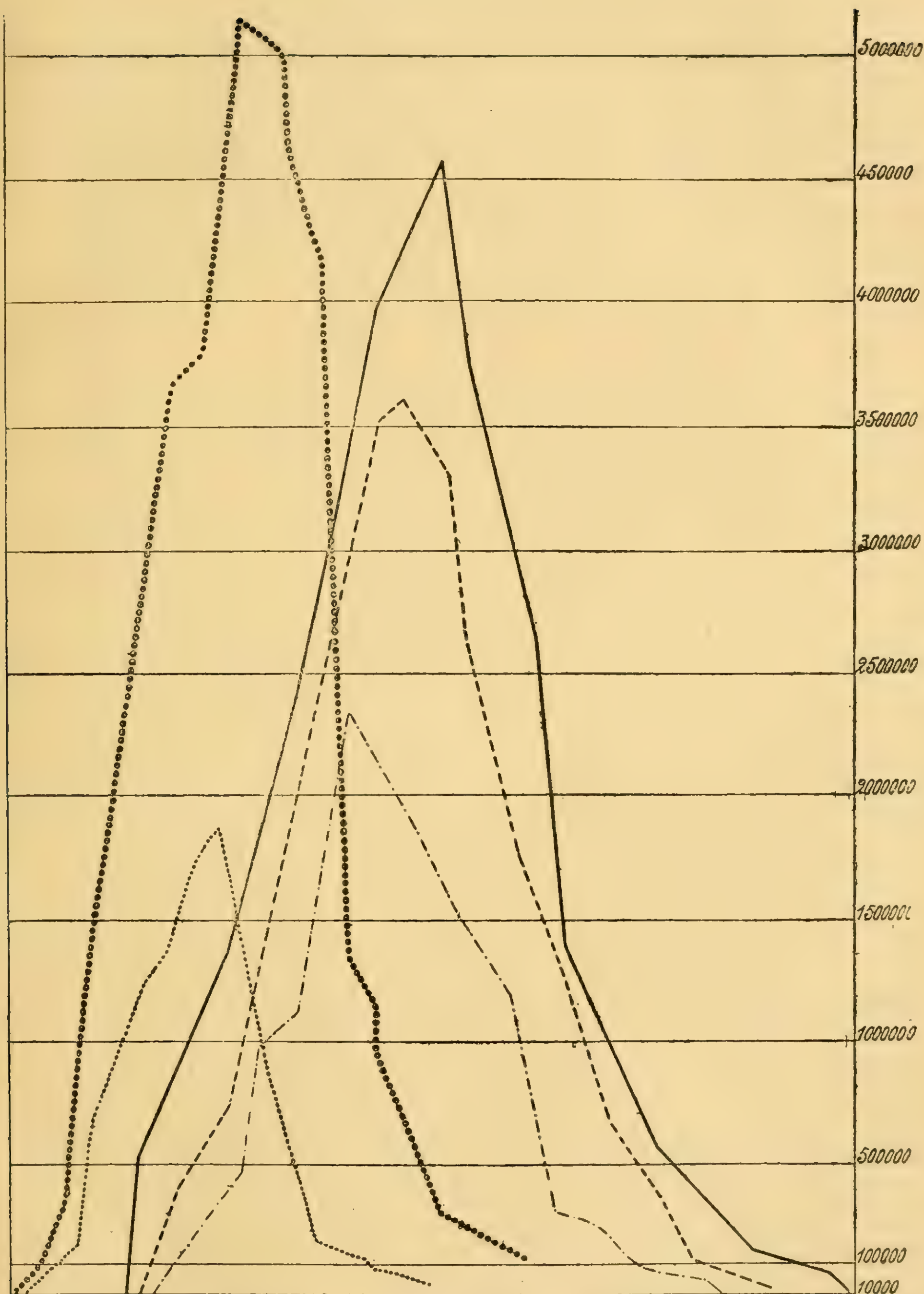
Puisqu'il était d'intérêt secondaire de connaître dans mes expériences les espèces de microbes contenus dans l'eau, je limitais mon examen à la recherche quantitative des bactéries. Je me suis servi, comme milieu nutritif, de la gélatine que je versais dans des boîtes de Petri, d'après les règles voulues. J'ai eu toujours soin de faire deux essais pour chaque qualité d'eau, en variant la quantité du liquide ensemencé, afin d'obtenir une plus grande exactitude dans les résultats. Je faisais l'observation tous les deux jours.

Je ne négligeais jamais de bien secouer le récipient toutes les fois que j'avais à examiner l'eau, afin de distribuer dans la masse d'eau, le plus uniformément possible, les bactéries qui, par suite du phénomène bien connu de la décantation, tendent à descendre dans les couches inférieures.

Je plaçais les cultures ainsi préparées dans le thermostat à la température d'environ 22° C. En général, je n'ai jamais vu se développer aucune colonie avant 24 heures ; une seconde observation servait à contrôler le premier calcul fait après ce laps de temps.

Tableau donnant le résumé des expériences

SÉRIE des expériences	DÉSIGNATION des spécimens d'eau	VALEUR hydrotimétrique de chaque spécimen en degrés allemands	NOMBRE DES GERMES PAR CENTIMÈTRE CUBE D'EAU							DIFFÉRENCE de la valeur hydrotimétrique à la fin de l'expérience	OBSERVATIONS
			Au commencement de l'expérience	Après deux jours	Après quatre jours	Au jour de la richesse maximum		Au jour où l'on mit fin à l'expérience			
Ire	*a*, Eau de puits...........	1°,9	1	86	13109	1860000	(21e j.)	42	(63e j.)	— 0°,1	
	b, La même modifiée dans son degré de crudité...........	22°,4	3	125	21710	5151400		105		— 6°,4	
IIe	*a*, Eau de puits................	1°,9	1	300	660	2310600	(17e j.)	1600	(45e j.)	0°	
	b, La même modifiée dans son degré de crudité...........	25°,3	1	500	2000	3320000		2020		— 7°,5	
	b_1, Idem, la crudité transitoire étant levée................	9°,3	1	400	2300	4560000		9600		0°	
IIIe	*a*, Eau de puits................	2°	2	720	L'observation n'a pas été faite	1430000	(11e j.)	1800	(44e j.)	0°,02	
	b, La même modifiée dans son degré de crudité............	36°	1 1/2	600		2038000		8900		— 6°	
	b_1, Idem, la crudité transitoire étant levée................	10°,6	1	446		2416000		10100		0°,02	
IVe	*a*, Eau de puits avec 1 centimètre cube d'urine stérilisée......	2°	4	2600	7560	14000000	(31e j.)	492000	(56e j.)	0°	
	b, La même modifiée aussi dans son degré de crudité.......	36°	3	1830	8160	18000000		628000		— 25°,2	
	b_1, Idem, la crudité transitoire étant levée.................	10°,9	2	1500	8420	21000000		815000		0°	
Ve	*a*, Eau de puits avec 1 centimètre cube d'urine stérilisée......	2°,07	3	1750	6850	11600000	(28e j.)	190000	(46e j.)	0°	
	b, La même modifiée aussi dans son degré de crudité.......	29°,5	2	1220	8200	12400000		220000		10°,5	
	b_1, Idem la crudité transitoire étant levée.................	5°,96	1	850	9800	13000000		635000		0°	



5000000
450000
4000000
3500000
3000000
2500000
2000000
1500000
1000000
500000
100000
10000
_ Expérience I _
Eau rendue crue
" naturelle
_ Expérience II _
Eau d'une crudité permanente
" " " transitoire.
" naturelle

Après la première expérience, je pris trois échantillons d'eau, en doublant celui d'une plus grande crudité, afin d'examiner non seulement la crudité *totale*, mais aussi la crudité *permanente*.

J'ai fait jusqu'à présent cinq séries d'expériences qui ont exigé plus de 200 observations bactériologiques. Le tableau et les graphiques du diagramme donnent le résumé des résultats obtenus.

On déduit de l'examen des documents numériques insérés dans ce tableau : que dans la I^e^ expérience, qui accuse 1 colonie dans l'eau naturelle et 3 dans l'eau crue, on a eu une plus grande multiplication de germes dans cette dernière ; mais on peut très bien attribuer ce fait à un plus grand nombre de microbes introduits originairement.

Cependant, cette supposition perd de sa valeur si l'on examine les résultats des autres expériences. En effet, dans la IIe expérience, où l'on a commencé à faire également l'observation par rapport à la crudité *permanente*, en prenant des eaux chargées d'une même quantité de microbes, on a pareillement obtenu un développement supérieur chez les eaux plus crues et un accroissement *maximum* chez celles de crudité *permanente*. En guise de contrôle j'ai ensemencé à la IIIe expérience dans l'échantillon d'eau naturelle stérilisée (*a*) 2 centimètres cubes d'eau stérile, dans l'échantillon (*b*) d'eau rendue crue artificiellement 1 demi-centimètre cube, et dans l'échantillon (b_1) à crudité permanente 1 centimètre cube.

De cette manière les échantillons qui dans l'observation précédente provoquaient le développement d'un plus grand nombre de bactéries en recevaient de prime abord un nombre comparativement inférieur. Malgré cela, j'ai trouvé encore cette fois un plus grand développement de germes dans l'eau (b_1), un moyen dans l'eau (*b*) et un développement minimum dans l'eau (*a*) pourvue d'une valeur hydrotimétrique inférieure.

Dans la IVe et la Ve expérience j'ai voulu essayer d'altérer la pureté de l'eau en y ajoutant des substances organiques pour voir si les résultats étaient différents, et en infectant

d'une plus petite quantité de germes les eaux qui en avaient présenté auparavant un plus grand développement. Mais la marche des diverses *auto-infections* fut toujours la même ; l'eau de crudité permanente et altérée a donné le plus grand développement de microbes ; l'eau naturelle, le plus petit. Il n'y a eu dans ces deux expériences qu'une différence dans la durée de l'auto-infection, ce qui confirme pleinement les observations de M. Miquel.

J'ajoute quelques observations que je juge importantes.

A la fin des expériences je trouvais toujours :

I° Précipitation d'une substance blanchâtre, granuleuse, au fond des spécimens (*b*), laquelle, sous l'action de l'acide chlorhydrique, dégageait de l'acide carbonique ;

II° Le degré de crudité était diminué dans les mêmes échantillons d'eau (*b*), tandis que ce degré n'avait guère changé dans les autres échantillons.

Par conséquent, il doit y avoir eu une séparation d'acide carbonique dans les échantillons (*b*) et par là une précipitation de carbonates pendant l'expérience.

Est-ce à cette circonstance qu'on doit une végétation plus chétive de microbes dans les spécimens (*b*) comparée à celle des spécimens (b_1) ? Cette hypothèse est très vraisemblable ; car, en effet, comme on voit dans le tableau des expériences, dans les II, III, IV et V essais, le développement prévaut toujours d'abord dans les spécimens (*b*), et seulement après un certain nombre de jours le développement prévaut dans les spécimens (b_1). Nous savons que l'acide carbonique n'a pas une grande valeur bactéricide, car il ne ralentit le développement des microbes que lorsqu'il se trouve en forte dose en présence d'eux. Or, dans notre cas, il faut plusieurs jours avant qu'il se dégage une quantité d'acide carbonique capable de modifier le développement des bactéries.

D'après des expériences que j'ai pratiquées jusqu'ici, il m'est permis d'affirmer :

I° Que le degré de crudité n'est point indifférent dans le phénomène de l'auto-infection des eaux ; ce qui confirme l'opinion que la composition chimique n'est pas à dédaigner lorsqu'il s'agit d'examiner la composition bactériologique d'une eau ;

II° Que l'addition de substances organiques ne change point la marche due à la variation tenue sous la dépendance du degré de crudité ;

III° Que la crudité de l'eau, du moins dans les limites de tolérance déterminées par l'hygiène, favorise d'autant plus aisément le développement des bactéries que cette crudité est persistante à l'ébullition.

Cette dernière conclusion confirme, sous un nouveau point de vue, la conviction des hygiénistes, à savoir : que, entre deux eaux de la même crudité totale, il faut préférer celle qui doit particulièrement sa valeur hydrotimétrique à la présence des bicarbonates.

Pise, octobre 1892.

REVUES ET ANALYSES (1)

Dr E. Tavel. — **Ueber die Aetiologie der Strumitis. De l'étiologie de la strumite** (Bâle, chez Carl Sallmam, éditeur, 1 vol. de 193 p.).

Dans cet intéressant ouvrage, l'auteur, récemment nommé professeur de bactériologie à l'Université de Berne, résume les résultats de ses recherches au sujet de l'étiologie de la strumite. Par strumite il entend l'inflammation de nature infectieuse du goitre, c'est-à-dire de la glande thyroïde, déjà modifiée pathologiquement, tandis que l'expression de thyroïdite reste réservée pour l'inflammation de la thyroïde normale. Les auteurs français suivent encore la classification de Detrieux et parlent de thyroïdite primitive et consécutive, une classification qui est toutefois moins simple et qui prête à la confusion. Le professeur Tavel a soumis 18 cas à une analyse chimique et bactériologique étendue. Dans 11 cas il a trouvé des bactéries, mais dans 6 des cas dans lesquels l'examen bactériologique donna un résultat négatif ce dernier s'explique facilement par le fait que le processus maladif avait fini d'évoluer au moment de l'examen. La structure anatomique de la glande thyroïde qui est privée de canaux excréteurs, ce qui fait qu'elle n'est en contact direct ni avec la surface du corps ni avec les muqueuses, exclut la possibilité d'une auto-infection. La strumite sera donc, excepté dans le cas d'une lésion directe ou d'une inflammation par continuité, toujours une infection de source hématogène, c'est-à-dire soit une infection métastatique, consécutive à un foyer primaire, soit une infection par résorption dans le cas où un foyer primaire n'existe pas ou ne peut être démontré. Dans ses 18 cas, l'auteur a pu, quinze fois, remonter à l'infection primaire.

Les bactéries dont l'action pathogène peut se localiser dans la strumite sont très diverses. Le Dr Tavel en a trouvé huit espèces. Ce sont d'abord deux espèces nouvelles, appelées par lui *Bacillus strumitis* α et *Bacillus strumitis* β, le *Streptococcus lanceolatus*, nom que l'auteur propose, comme M. Tchistovitch, pour le pneumocoque

(1) Les travaux qui rentrent dans le cadre des *Annales de micrographie* seront analysés au fur et à mesure de leur réception au bureau du journal.

et qui lui conviendrait beaucoup mieux, tant au point de vue morphologique que pour le fait que l'on sait maintenant que le pneumocoque rentre dans la catégorie des agents de la suppuration ; le *Bacillus coli communis*, le bacille typhique, le staphylocoque pyogène, le streptocoque pyogène et un autre staphylocoque non encore étudié. L'infection primaire était : catarrhe intestinal aigu, deux fois ; gastrite aiguë, une fois ; proctite, une fois ; typhus, deux fois ; pneumonie, une fois ; pyémie, une fois ; puerpéralité, une fois ; angine, une fois ; puerpéralite combinée avec une angine, une fois ; coryza, une fois ; catarrhe, une fois ; refroidissement, une fois ; maladie fébrile non déterminée, une fois.

En résumé, l'auteur aboutit aux conclusions suivantes :

1° La strumite est une infection de source hématogène ;

2° Exceptionnellement, la maladie primaire ne peut pas être démontrée ; il y a alors simplement infection par résorption venant d'un point inconnu de la surface externe ou interne du corps ;

3° Dans la plupart des cas, la maladie primaire peut être démontrée ; la strumite est alors une infection métastatique. La maladie primaire peut être une auto ou une hétéro-infection, une mono-infection ou une infection mixte. La strumite est généralement un foyer métastatique de cette auto ou hétéro-infection primaire ;

4° La strumite est ordinairement une mono-infection, et probablement dans de rares cas seulement une infection mixte.

Sauf les deux premiers, les microorganismes trouvés dans la strumite sont pour la plupart bien connus. Nous nous bornerons donc à décrire sommairement ceux-là.

Dans le liquide retiré par ponction, le *Bacillus strumitis* α se présente sous forme de bâtonnets droits, larges de 0,7 μ et longs de 1,0 — 2,0 μ. Dans les cultures, ses dimensions varient un peu suivant le milieu de culture employé. On les voit sous forme de diplo-bacilles en chaînettes et en amas. Ils ne se colorent pas d'après la méthode de Gram ; la fuchsine avec addition d'acide carbolique les colore bien ; le bleu de méthylène, moins bien, à moins de les plonger d'abord dans une solution d'acide oxalique à 5 0/0. Ils paraissent former des spores. Ils sont très mobiles, et on peut colorer leurs spores en ajoutant au mordant de Lœffler 4 gouttes d'une solution de soude caustique à 1 0/0.

Sur la gélatine, qu'il ne liquéfie pas, ce microorganisme donne des cultures qui ont beaucoup de ressemblance avec celles du typhus. Il s'en distingue surtout par la production de gaz dans ses cultures. Il croît bien sur agar, sérum, bouillon et sur la pomme de terre.

Sur ce dernier milieu il forme un gazon brun foncé, tandis que la pomme de terre elle-même prend une teinte brun noir. Il croît aussi à l'abri de l'air, mais moins bien. Il est pathogène pour les souris, les cobayes et les lapins.

Bien que, dans le cas où ce bacille avait été trouvé, la strumite eût été précédée d'un catarrhe intestinal, le Dr Tavel ne l'a jusqu'ici pas trouvé dans les cas de catarrhes intestinaux qu'il a eu l'occasion d'étudier. Il ne l'a jamais non plus trouvé dans l'eau. Son origine reste donc entourée d'un certain mystère, et il est regrettable qu'il n'ait pas été possible d'examiner le malade bactériologiquement pendant que le catarrhe intestinal existait encore. Peut-être eût-on trouvé le bacille α dans les selles à ce moment.

Le bacille β a été également trouvé dans un cas de strumite consécutif à un catarrhe de l'estomac et de l'intestin. Ses dimensions sont un peu moindres que celles du bacille α. Il est aussi mobile et se comporte de la même manière que ce bacille à l'égard des procédés de coloration. Sur la gélatine il croît en forme de tête de clou, mais au bout de quelques semaines, jamais avant 3 semaines, il commence à la liquéfier. Il produit dans les cultures encore plus de gaz que le bacille α. Il est pathogène pour les souris, les cobayes et les lapins, mais les cobayes lui résistent mieux qu'au bacille α.

E. F.

OBSERVATOIRE MUNICIPAL DE MONTSOURIS

BULLETIN MENSUEL D'ANALYSE MICROGRAPHIQUE

Analyse de l'air de Paris (Hôtel de ville), *Août* 1892

DÉSIGNATION des SEMAINES	MICROPHYTES par m. c.		DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES				MALADIES	
	BACTÉRIES	MOISISSURES	TEMPÉRAT. moyenne	PLUIE — Hauteur en millimètr.	VENT Direction moyenne	VENT Vitesse moyenne	ZYMOTIQUES [1]	SAISONNIÈRES [2]
N° 31 du 31 Juillet au 6 Août 1892 .	9.330	1.170	17°,1	3mm,0	N.W	19km,2	223	77
N° 32 » 7 Août » 13 » » .	22.200	3.350	18 ,5	0 ,4	N.W	11 ,2	244	69
N° 33 » 14 » » 20 » » .	15.400	200	23 ,2	10 ,8	S.W	11 ,8	311	74
N° 34 » 21 » » 27 » » .	14.800	500	19 ,5	46 ,2	S	10 ,6	260	70
» » » » » .	»	»	»	»	»	»	»	»
MOYENNES ET TOTAUX	15.430	1.305	19°,5	60mm.4	W	13km,2	1.038	290
ANNÉE MOYENNE	»	»	»	»	»	»	»	»

OBSERVATIONS. — [1] Sous la rubrique *maladies zymotiques* sont comprises : les fièvres éruptives, la fièvre typhoïde et l'atrepsie (choléra infantile). — [2] Au nombre des *maladies saisonnières* ne sont comptées que les affections aiguës des poumons (Bronchite aiguë, Broncho-pneumonie et pneumonie).

Analyse de l'air des égouts (*Moyenne générale*)

Août 1892. Bactéries = 2.660 Moisissures = 335 Température = 17°,5

Analyse de l'air au Parc de Montsouris

Août 1892. Bactéries = 395 Moisissures = 160 Température = 19°,5

Analyses des eaux de Paris et d'autres provenances, *Août* 1892

DÉSIGNATION DES EAUX	MOYENNES MENSUELLES DES BACTÉRIES PAR C.M.C.		TEMPÉRAT.	OBSERVATIONS
	Août 1892	Année moyenne		
1° Eaux de Source				
Eau de la Vanne à Montrouge.	400	1.240	»	Canalis. = 2.100 bactéries
» de la Dhuis à Ménilmontant.	1.000	2.900	»	Canalis. = 5.600 »
» de Villedieu (Manche)	7.000	»	»	»
2° Eaux de Rivières				
Eau de la Marne à Saint-Maur.	21.000	58.550	21°,3	»
» de la Seine à Ivry	66.000	56.185	21°,5	»
» de la Seine au pont d'Austerlitz . . .	78.000	73.500	»	Hauteur = 0m,75
» de la Seine au pont de l'Alma	440.000	177.625	»	»
» » » »	»	»	»	»
3° Eaux de Canal				
Eau de l'Ourcq à la Villette	45.000	76.545	»	»
» d'autres provenances.	»	»	»	»
4° Eaux de Puits				
Puits rue Guénegaud	108.000	»	»	»
» Joly à Argenteuil	»	»	»	»
5° Eaux de Drainage				
Drain de Saint-Maur	500	2.375	»	»
» d'Argenteuil	»	11.195	»	»
6° Eaux d'égout				
Eaux des collecteurs de Paris	58.000	16.270.000	»	»
7° Eaux de vidanges				
Eau du dépotoir de l'Est	6.000.000	29.645.000	»	»
» » traitée à Bondy.	200.000	55.020	»	»

PUBLICATIONS RÉCENTES

Bleicher. — Sur la structure microscopique des oolithes du Bathonien et du Bajocien de Lorraine (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXIV, p. 1138).

Guinochet. — Contribution à l'étude de la toxine de la diphtérie (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXIV, p. 1296).

A.-B. Griffiths. — Recherches sur les ptomaïnes dans quelques maladies infectieuses (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXIV, p. 1382).

L. Trabut. — Sur un parasite des Sauterelles : le *Lachnidium Acridiorum* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXIV, p. 1386).

J. Héricourt et Ch. Richet. — La vaccination tuberculeuse chez le chien (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXIV, p. 1389).

Arloing. — De l'influence des filtres minéraux sur les liquides contenant des substances d'origine microbienne (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXIV, p. 1455).

TABLE DES MATIÈRES [1]

A

B

(1) Les articles précédés d'un astérisque ont fait l'objet d'un travail original publié dans les *Annales de Micrographie*.

C

D

E

F

G

H

N

O

P

R

S

T

V

W

Z

L'Éditeur-Gérant, GEORGES CARRÉ.

Tours. — Imprimerie DESLIS FRÈRES

